

ERRATA *

Mars 1871

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	1062,	8,	<i>Devraient être mis en caractères romains et non en caractères italiques : L. pyramidalis,</i>
—	—	27,	<i>L. symmetrica,</i>
—	1063,	13,	<i>Pl. Bouilleti.</i>
—	1064,	11,	<i>au lieu de : grands, lisez : grandes.</i>
—	—	12,	<i>au lieu de : une, lisez : en.</i>
—	—	30,	<i>au lieu de : Cyproides, lisez : Cyprides.</i>
—	—	31,	<i>au lieu de : Espally, lisez : Espaly.</i>
—	1066,	39,	<i>au lieu de : presque, lisez : jusque.</i>
—	1067,	13,	<i>au lieu de : Trécarèse, lisez : Trévarèse.</i>
—	1068, 24, 39,		<i>au lieu de : Wyst, lisez : Nyst.</i>
—	—	41,	<i>au lieu de : Wystia, lisez : Nystia.</i>

* Conformément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque livraison du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

AU PUY-EN-VELAY

(HAUTE-LOIRE).

(Du 12 au 18 septembre 1869).

Les membres de la Société géologique répondant avec empressement à l'aimable appel de leurs confrères de la Société académique du Puy, se sont assemblés en réunion extraordinaire au chef-lieu de la Haute-Loire.

Étaient présents :

MM.
Berthon (l'abbé).
Billy (de).
Collomb.
Damour.
Danglure.
Delanoüe.
Fabre.
Fréminville (de).
Gaudry.
Grüner.
Guyerdet.
Larévellière-Lépeaux.
Lartet (Louis).
Laurent.
Lecoq.
Levallois.
Lory.

MM.
Marion.
Meugy.
Moreau.
Morel de Glasville.
Morière.
Munier (Achille).
Rames.
Saporta (comte de).
Sauvage.
Serre (comte de).
Tardy.
Tournal.
Tournouër.
Uxeloup de Rosemond.
Vallet (l'abbé).
Vinay, maire du Puy.

Un nombre considérable de personnes étrangères à la Société ont assisté aux réunions et ont accompagné les membres durant leurs excursions.

Nous citerons :

MM.	MM.
Aymard, vice-président de la Société académique du Puy.	Jacotin.
Boissonnade (l'abbé), professeur au petit séminaire de Chirac (Lozère).	Jungfleisch, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie de Paris.
Brive (de), président de la Société académique du Puy.	Langlois (D ^r).
Chassaing, juge au Puy.	Laval (E.).
Chateauneuf (de).	Le Blanc (Paul).
Lafayette (de).	Ludon-Vigé.
Giard, élève de l'École normale supérieure.	Mac-Pherson.
Gillet-Paris, ingénieur civil.	Nicolas.
Giron (Aimé), avocat au Puy.	Robert (Félix), conservateur du musée.
Grellet (Félix).	Tournaire, ingénieur en chef des mines.
Hedde.	Villagnuet (D ^r).

SÉANCE D'OUVERTURE

DIMANCHE 12 SEPTEMBRE.

Les membres présents au Puy se sont réunis à 2 heures dans une des salles du musée Crozatier, élégamment parée et mise gracieusement à la disposition de la Société.

M. le Président de Billy, assisté de MM. Collomb et Louis Lartet, déclare la session extraordinaire ouverte et prend la parole pour remercier vivement, au nom de tous les membres présents, la Commission du Puy, dont l'aimable accueil a profondément touché les géologues réunis en cette ville. Il prie M. le maire Vinay d'accepter particulièrement l'expression de cette reconnaissance envers lui et envers la ville dont il est le représentant.

On procède à l'élection du bureau définitif pour la durée de la session.

Sont nommés :

Président, à l'unanimité, M. VINAY, maire du Puy.

Vice-présidents : MM. LECOQ et LORY.

Secrétaires : MM. RAMES et MARION.

M. de Billy, avant de quitter le fauteuil de la présidence, regrette que les membres de la Société n'aient pu appeler au bureau un plus grand nombre de géologues résidants.

Les règlements s'opposent malheureusement à cette démarche; du moins est-il possible de prier MM. de Brive, Aymard, Félix Robert, Chassaing et Aimé Giron, de venir prendre place auprès des membres titulaires.

Le nouveau bureau étant définitivement constitué, M. Vinay, président de la réunion extraordinaire, remercie ses collègues qui ont voulu, dit-il, honorer en lui la ville qui leur offre une si gracieuse hospitalité.

M. le Président soumet à l'approbation le programme des excursions projetées pour les sept premières journées.

Ce programme, après acceptation, sera imprimé et distribué à tous les membres. Le bureau restera chargé, s'il y a lieu, de la détermination plus exacte des courses subséquentes.

BASSINS DU PUY ET DE LA LOIRE.

DIMANCHE, 12 SEPTEMBRE.

Après la séance d'ouverture, visite à trois heures du soir des dykes volcaniques de Saint-Michel et de Corneille.

A huit heures et demie du soir, Séance publique au Musée.

LUNDI, 13 SEPTEMBRE.

Départ à pied, à sept heures du matin, de la place du Breuil. Visite à *Ronzon* (calcaires marneux, fossiles miocènes), au *Riou-Pezouliou* (gemmes), à *Ceyssac* (dyke). A dix heures et demie, déjeuner dans les grottes de Ceyssac. Visite à *Cormail* (marnes gypseuses), à *Denise* (cratère, brèches, fentes à ossements de mammifères, gisement de l'homme fossile), à la *Croix de la Paille* (coulée à colonnade basaltique, dite LES ORGUES D'ESPALY), à *Saint-Marcel* (collection de M. Pichot-Dumazel). Rentrée au Puy à cinq heures.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

MARDI, 14 SEPTEMBRE.

Départ en voiture à sept heures du matin de la place du Breuil. *Montredon* (brèches boueuses, sables), *La Chartreuse* (grès), *Corsac* (collection de M. Vinay).

A dix heures, déjeuner offert par M. Vinay, maire du Puy, président de la session extraordinaire de 1869.

Brive (grès, marnes bigarrées, brèches, filons basaltiques), *Fay-la-Triolleyre* (argiles), *Blavozy* (grès), *Mercœur* (trachytes), *La Voûte-sur-Loire*, *Saint-Simon*, *Peyredeyre* (granite rose à grains fins). — A six heures, retour au Puy.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

MERCREDI, 15 SEPTEMBRE.

Départ en voiture à sept heures du matin de la place du Breuil. *La Maouteyre* (brèches volcaniques à ossements de mammifères), *Polignac* (brèches volcaniques), *Roche-Limagne* (brèches volcaniques à géodes d'aragonite), *Cussac* (marnes bigarrées, alluvions volcaniques et ossements de mammifères). A dix heures et demie, déjeuner.

Solithac (grands cerfs), *Vialette* (mastodontes), *Ceyssaguet* (bœufs, chevaux, chiens). Au retour : *Cheyrac* (cratère de brèches à géodes d'aragonite). — A six heures, rentrée au Puy.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

JEUDI, 16 SEPTEMBRE.

Départ en voiture, à sept heures du matin, de la place du Breuil. Vallée de la *Gagne*, la *Roche-Rouge* (dike), *Couteaux* et l'*Herm* (terrain de transport à galets, renfermant des coquilles marines de l'étage oolithique), plateau du *Mont*. A onze heures, déjeuner au *Monastier*.

Sucs de Breyse (cratères à scories et pouzzolanes). A *Freycenet-la-Cuche*, renvoi des voitures et ascension aux *Estables* (débris de calcaire à gryphées arquées dont le gisement est à rechercher). Coucher dans ce village et à la maison forestière du Mezenc.

VENDREDI, 17 SEPTEMBRE.

A trois heures du matin, lever et ascension du Mezenc (phonolithes, trachytes). Déjeuner à dix heures.

Descente au lac de *Saint-Front* et à la *Chalm-du-Pin* où l'on retrouvera les voitures. A *Bouissoulet*, chaîne du *Mégal* (phonolithes et trachytes), la *Pradette* (trachytes), *Peylenc* (tuf et basaltes, grottes et silex taillés). Retour au Puy.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

Le reste de la journée étant consacré à la visite du mont *Saint-Michel* et du rocher *Corneille*, la séance est levée à trois heures.

PREMIÈRE SÉANCE

DIMANCHE 12 SEPTEMBRE

La séance s'ouvre à sept heures et demie du soir, dans la salle du musée Crozatier.

Le procès-verbal de la séance d'ouverture est lu et adopté.

M. le président Vinay prie M. Aymard de rendre compte de la visite qui vient d'être faite aux rochers Saint-Michel et Corneille.

Cette première promenade inaugure d'une manière charmante les courses proposées à la Société. Les membres ont parcouru les abords de la ville du Puy, sous la direction du savant M. Aymard, qui maintes fois a bien voulu, dans d'importantes digressions, exposer les intéressantes particularités archéologiques attachées aux localités qu'il connaît si bien.

Du reste, M. Aymard s'est longuement occupé de l'étude scientifique des rochers Saint-Michel et Corneille au point de vue spécial de leur formation et de leur disposition actuelle.

Ces *dykes*, si remarquables sous plusieurs rapports et dont l'aspect singulier imprime à la ville du Puy un caractère des plus pittoresques, avaient été diversement interprétés par les géologues anciens.

Dès le début, M. Aymard s'est trouvé en face d'une théorie consistant à considérer ces roches basaltiques comme s'étant déposées au fond d'un lac, hypothèse que le savant géologue du Puy croit devoir écarter.

Les membres de la Société géologique ont pu facilement constater les diverses particularités de structure qui semblent suffisantes pour certifier la nature purement éruptive de ces roches. Jamais aucun fossile n'a été rencontré dans leur sein, tandis que toutes les lignes de retrait semblent dénoter une poussée verticale suivant laquelle se seraient disposées les diverses matières qui constituent ces *dykes*. Tous ces caractères ne se retrouvent pas dans les formations plus récentes à éléments volcaniques, et dans lesquelles les fossiles ne font plus défaut.

M. Aymard croit reconnaître, en ces points, les restes de

deux cheminées d'éruption qu'il serait inexact de croire isolées et indépendantes, car elles se rattachent, d'après lui, à diverses autres éruptions locales ayant donné naissance aux dykes de Roche-Arnaud et Polignac.

Il est encore digne de remarque que ces diverses pointes (1) soient orientées suivant une direction rectiligne qui semble représenter une ancienne ligne de fracture dont le rôle n'aurait pas été sans importance dans la production de ce phénomène.

M. Aymard, au pied du rocher de Saint-Michel, a décrit et démontré les brèches basaltiques qui en constituent la masse.

Ces brèches renferment à profusion des fragments divers à arêtes vives, dont les uns proviennent des granites et des gneiss qui constituent la base de toutes les formations du bassin, et les autres de la matière basaltique elle-même. Il signale, en outre, la présence au sein de ces brèches de plusieurs filons de basalte signifiant la seconde phase purement ignée de l'éruption, sans qu'il soit possible cependant de considérer les deux phénomènes comme non synchroniques, au point de vue géologique.

En se rendant de Saint-Michel à Corneille, M. Aymard a attiré l'attention des membres de la Société sur les marnes gypseuses tertiaires qui entourent ces deux dykes, et qui ont été souvent mises à jour par les constructions et même exploitées. L'ascension de Corneille a donné à M. Aymard l'occasion d'exposer de nouveaux arguments en faveur de l'opinion qu'il a émise depuis longtemps, et que Faujas de Saint-Fond avait laissé entrevoir. Divers membres, tout en constatant la direction verticale des fentes dans la masse basaltique, ont insisté sur une sorte de stratification visible vers le sommet; le géologue du Puy reconnaît là une disposition normale que les masses en fusion ne pouvaient manquer de prendre en s'épanchant en dehors de leur point de sortie.

Du haut du rocher de Corneille, il a été possible de suivre les précieuses indications de M. Aymard, qui a expliqué d'une manière scientifique le magnifique paysage qui se déroulait tout autour.

Enfin, notre savant confrère expose les raisons qui l'ont déterminé à admettre que ces roches plutoniques se sont fait jour à travers les diverses couches lacustres éocènes et mio-

(1) Roche-Arnaud, Corneille, Saint-Michel, Polignac.

cènes, à une époque où le bassin du Puy ne présentait pas encore le relief actuel, c'est-à-dire avant le creusement des vallées.

M. le Président engage les membres de la Société à présenter les observations qu'ils jugent convenables.

M. Delanoüe se réserve d'exposer à la prochaine occasion les objections qu'il croit devoir adresser à la théorie de M. Aymard.

A son tour, M. Lory, tout en reconnaissant qu'il est à peu près d'accord avec M. Aymard relativement aux faits précédemment décrits par lui, fait remarquer que le mot *dyke* est ici employé d'une manière inaccoutumée pour désigner ces divers rochers que la Société a visités.

Il serait peut-être rationnel de reconnaître dans ces formations deux phases assez bien distinctes caractérisées par l'arrivée des brèches à l'état boueux et par celle des basaltés.

M. Lory insiste de nouveau sur ce fait que les produits se sont épanchés de manière à simuler en quelques points une stratification confuse.

Il serait prudent, dans tous les cas, de renvoyer à une prochaine séance la discussion plus complète de ces questions, alors que les excursions projetées pourront facilement conduire à une solution certaine.

M. Aymard compte sur l'examen prochain de la Roche-Rouge pour faire partager ses opinions.

La suite de la discussion est ajournée.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Pichot-Dumazel, qui invite les membres de la Société à visiter sa remarquable collection paléontologique.

M. Pichot retenu chez lui par une indisposition, regrette de ne pouvoir assister aux séances.

M. le Président remercie M. Pichot au nom de la Société, et rappelle aux membres présents l'ordre du jour du lendemain 13 septembre.

La séance est levée à neuf heures et demie.

DEUXIÈME SÉANCE.

LUNDI 13 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir dans la salle du musée Crozatier, sous la présidence de M. Vinay.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, dont la rédaction est mise aux voix et adoptée.

M. Lecoq, vice-président, prend la parole pour remercier ses collègues de l'honneur qu'il lui ont fait en le nommant à la vice-présidence malgré son absence. Il en attribue la pensée à un sentiment de bienveillance envers l'Auvergne dont il est le représentant. Il rappelle tous les liens d'amitié et d'intérêt scientifique qui unissent toujours le Velay et l'Auvergne.

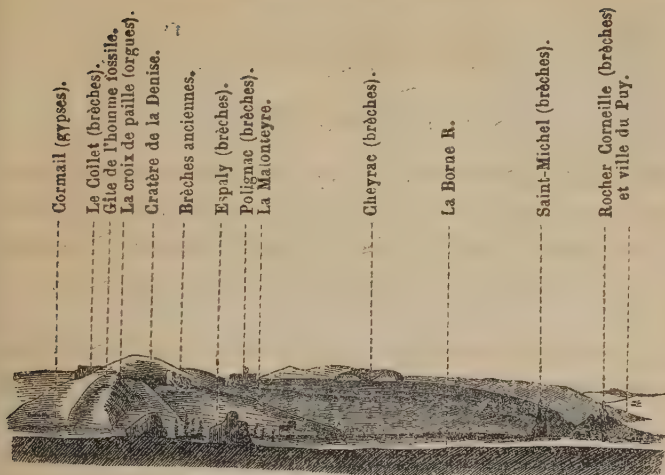
Sur l'invitation de M. le Président, M. Louis Lartet rend compte en ces termes des explorations faites par la Société dans la journée :

Compte rendu de la course du lundi 13 septembre faite par les membres de la Société géologique à Ronzon, à Ceyssac, à la Denise, à Espaly et à Saint-Marcel; par M. Louis Lartet.

Réunis à sept heures du matin sur la place du Breuil, les membres de la Société se sont dirigés d'abord vers le plateau de Ronzon en prenant la route des Capucins.

En montant la colline, on ne cessait d'admirer le paysage accidenté et pittoresque de la vallée de la Borne, dont chaque pas élargissait le cadre. Du plateau de Ronzon, la vue était si complète et si intéressante, que l'on a fait halte, d'un commun accord, autant pour en jouir qu'afin d'attendre les retardataires.

Les membres de la Société se sont alors groupés autour de M. Félix Robert, qui, par des explications fort instructives, a fait ressortir les caractères principaux de cette vue d'ensemble que le croquis suivant reproduit dans ses traits essentiels.



VUE DE LA VALLÉE DE LA BORNE, PRISE DES HAUTEURS DE RONZON.

A l'Ouest, se montrait d'abord la montagne de Denise avec son cratère égneulé, flanqué des deux côtés, vers le Collet et vers la Malouteyre, de brèches anciennes. En avant du cratère, une coulée basaltique et prismée descendait comme un promontoire rocheux vers le fond de la vallée. Au premier plan et près du point où cette coulée atteint la Borne, se montrait une butte de brèches anciennes, aux formes anguleuses et déchiquetées ; c'était le rocher d'Espaly, célèbre à la fois par les souvenirs historiques qui s'y rattachent et par les zircons que l'on recueille dans son voisinage.

Directement au-dessus de cette butte, on aperçoit au loin le rocher de Polignac, pareillement constitué par les brèches anciennes, et le fond du tableau était occupé par des montagnes granitiques.

Un peu à droite du château de Polignac et derrière la colline qui court en s'abaissant de la Denise au Puy, apparaissaient les brèches de Cheyrac, dont la forme générale simule un cratère et se prête admirablement aux idées de M. Robert, qui en fait le centre d'émission des coulées boueuses auxquelles seraient dues les brèches anciennes du voisinage. Enfin, à l'est, le tableau se complétait heureusement par la vue de cet obélisque de brèche ancienne sur le sommet duquel est perchée l'église de Saint-Michel, et par celle du rocher de même nature qui sert de piédestal à la statue colossale de Notre-

Dame-de-France, et au pied duquel s'étage la ville du Puy avec sa magnifique basilique. Le fond du tableau était encore, de ce côté, rempli par des collines de terrains lacustres et par les montagnes granitiques qui séparent le bassin du Puy de celui de l'Emblavès.

M. Robert a profité de la vue de ce beau panorama pour démontrer le creusement graduel de la vallée du Puy. Les découvertes qu'il a faites de galets roulés de phonolite et de basalte sur les rochers de Polignac et de Corneille, tendraient à prouver qu'à l'époque où coulaient les cours d'eau qui les ont charriés, les rochers que nous venons de mentionner étaient enchassés jusqu'à leur sommet dans les calcaires (1). Depuis le dépôt de ces brèches, la vallée de la Borne aurait été soumise à des érosions qui en aurait abaissé le thalweg, sans toutefois atteindre d'abord son fond actuel. C'est ce que prouve une coulée de lave qui se dirige, à mi-coteau, de la Denise à Mont-Redon. Enfin, à l'époque où le volcan de Denise a vomi ses déjections, la vallée devait être presque aussi complètement excavée que de nos jours, à en juger au moins par la coulée de basalte de la Croix-de-Paille dont l'extrémité inférieure atteint le niveau de la Borne. De telle sorte que le cratère de Denise se rapporterait aux derniers phénomènes volcaniques dont le Velay a été le théâtre.

Après cette halte, la Société s'est ralliée à son président, qui lui a fait examiner les calcaires et marnes d'eau douce de Ronzon, célèbres par leur faune si curieuse de mammifères dont on doit principalement la connaissance à M. Aymard. Les trouvailles de la Société se sont bornées à quelques empreintes de *cypris*, de limnées et de planorbes qui auraient d'ailleurs suffi à établir le caractère lacustre de cette formation. Il faut, en effet, des recherches persévérantes et multipliées, comme celles des géologues du Puy, pour rassembler les éléments d'une faune aussi complète que celle de Ronzon. Cette faune, dont M. Aymard a donné une description détaillée (2), semble marquer l'aurore de l'époque miocène.

(1) Cette opinion est contraire à celle de Bertrand de Doue qui considérait les brèches anciennes de Ceyssac, Espaly, Polignac, Cheyrac, etc., comme des lambeaux d'un même dépôt aqueux déposé à diverses hauteurs, alors que les vallées étaient aussi profondément creusées que de nos jours.

(2) Session du Congrès scientifique tenue au Puy en 1855.

En jetant les yeux sur les coupes qui accompagnent l'ouvrage de Bertrand de Doue sur la géologie du Velay, ouvrage qui fut l'un des premiers et des meilleurs jalons de la géologie positive en France, on voit en effet que les dépôts lacustres de Ronzon reposent sur des marnes et des argiles gypsifères à *Palæotherium*, ainsi que cela s'observe notamment à Cormail, au pied de la Denise, dans le voisinage des carrières que la Société a eu l'occasion de visiter dans cette journée. Ces argiles gypsifères semblent, par leur faune autant que par leurs analogies minéralogiques, devoir se placer sur l'horizon des couches à *Palæotherium* de Paris, d'Aix, d'Alais, de Villeneuve-la-Comtal, de Lautrec, de Sabarat, de La Grasse et du Fronsadais, et correspondre exactement à l'éocène supérieur, époque pendant laquelle se trouvaient éparpillés dans nos principaux bassins une assez grande quantité de lacs qui laissaient déposer du gypse et dont les bords étaient hantés par les *Palæotherium*. A ce lac de la fin de l'époque éocène, aurait ainsi succédé dans le bassin du Puy, presque sans interruption, le lac au fond duquel se sont déposés les calcaires et les marnes de Ronzon. Ces dépôts d'eau douce sont, en effet, caractérisés par la faune miocène la plus ancienne que l'on connaisse et pourraient correspondre, à ce titre, au calcaire à Astéries de la Gironde, avec lequel ils offrent trois ou quatre espèces communes.

La faune de Ronzon contient, d'après M. Aymard, de nombreux restes de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, et, ce qui est assez singulier, une seule espèce de poisson. Les animaux invertébrés y sont représentés par quelques insectes, des crustacés, des mollusques fluvatiles et lacustres; enfin, on y trouve des empreintes végétales et notamment des *Chara*. Cette faune se retrouve d'ailleurs en d'autres points que Ronzon, tels que Mathias, près Fay-le-Froid, Saint-Pierre-Aynac, etc.

Ce sont surtout les mammifères qui lui donnent de l'importance. Les insectivores, les rongeurs, les pachydermes et les ruminants s'y trouvent représentés : ces derniers par le *Gelocus* Aym., qui paraît être l'un des premiers ruminants dans l'ordre d'apparition. Les pachydermes à doigts pairs s'y montrent sous la forme des *Elotherium* Pomel (*Entelodon* Aymard) et des *Bothriodon* Aymard (sous-genre des *Anthracotheurium*). Il y a aussi des *Rhinocéros* (*Rhonzotheurium* Aym.) et des paleotheriens différents des véritables *Palæotheriums*, et se rapportant au genre *Paloplotherium*, qui remonte, comme on le sait, dans

le miocène inférieur. Enfin, l'*Hyænodon* et le *Peratherium*, dont M. Aymard a cru devoir faire un didelphe, achèvent de donner à cette faune un caractère particulier qui ne permet pas de la paralléliser avec celle du calcaire de Beauce et lui assignerait plutôt une position intermédiaire comme celle que remplit par exemple, dans le bassin de Paris, la faune lacustre des calcaires de Brie. Mais c'est seulement avec le calcaire à Astéries de la Gironde, ainsi qu'avec les dépôts du Nebraska, qui appartiennent au miocène le plus inférieur, que les calcaires de Ronzon offrent des analogies de faune bien marquées.

En quittant les marnes et les calcaires de Ronzon, la Société s'est dirigée vers Cayssac, coupant en ligne droite le plateau basaltique au centre duquel s'élève le volcan du Croustet. On est ainsi arrivé sur les bords du *Riou-Pezzouliou*, après avoir constaté la position de certains lits de cailloux roulés qui séparent le calcaire lacustre du basalte dont il est recouvert.

Le Riou-Pezzouliou est un ruisseau bien connu des minéralogistes : c'est dans son lit que les enfants du village d'Espaly vont, depuis bien des années, recueillir les zircons qu'ils vendent à quelques marchands de minéraux, et qui vont alimenter les collections de minéralogie ainsi que les laboratoires de chimie (1). Avec les zircons, les enfants d'Espaly, pour qui l'arrivée de la Société est une bonne fortune, viennent offrir dans leurs sébiles des saphirs, des corindons, des grenats et autres gemmes constamment associées dans les gisements de cette nature. Pris d'une noble émulation, nos confrères veulent, à leur tour, trouver des zircons, et les voilà, Président en tête, qui remontent le lit du Riou-Pezzouliou en lavant les sables dans les rares flaques d'eau que l'on y rencontre. On eût assurément pris la Société, en ce moment-là, pour une bande de chercheurs d'or remontant un des ruisseaux de la *Sierra-Nevada* !

Les enfants qui nous accompagnaient finirent, moyennant une légère prime et après quelques petites supercheries, par nous faire découvrir des zircons en place dans le basalte. Quand nous disons *en place*, il est bien entendu que nous ne prétendons nullement que le basalte soit le gisement primitif de ces gemmes. Tout, au contraire, tend à faire croire qu'elles

(1) Ce gisement paraît s'épuiser un peu aujourd'hui ; d'ailleurs, M. Bertrand de Loma découvert dans la Haute-Loire d'autres gisements analogues dont le plus riche se trouve sur le versant méridional du volcan du Coupet.

ont été enlevées à des roches plus anciennes. Les fragments de granite englobés dans les laves ainsi que dans les scories en renferment fréquemment. D'ailleurs ces cristaux présentent parfois des phénomènes de boursoufflement et d'altération comme les autres matières entraînées par la lave ; enfin on en retrouve dans les brèches anciennes. Aussi MM. Bertrand de Doue, Aymard, Bertrand de Lom, n'ont-ils pas hésité à considérer toutes ces gemmes comme des cristaux arrachés à des formations anciennes, notamment aux roches granitiques.

En achevant l'ascension du plateau, on a pu constater l'origine basaltique de la terre végétale qui le recouvre ; c'est au milieu de ces débris volcaniques plus ou moins désagrégés et décomposés, que les eaux atmosphériques prennent les sables gemmifères qu'elles amènent au Riou-Pezzouliou.

Parvenus au faite, nous apercevions déjà le rocher pittoresque de Ceysac qui surgit au fond du vallon du même nom, dont il s'isole par des abruptes presque verticaux au pied desquels nous fûmes bientôt parvenus.

En gravissant les pentes qui conduisent au sommet de ce rocher, on a pu constater que les brèches anciennes qui le constituent offraient des traces manifestes de stratification. C'est ce qu'avait déjà très-positivement indiqué Bertrand de Doue (1). Ce fait a frappé tous les membres de la Société, et il en est résulté une discussion au sujet de l'origine *directement* éruptive que les géologues du Puy attribuent à ces brèches, contrairement à l'origine de Bertrand de Doue, qu'elles regardait comme des lambeaux d'un dépôt lacustre, et à celles de quelques-uns de nos confrères qui n'y voient qu'un dépôt sub-atmosphérique de déjections volcaniques plus ou moins incohérentes. Quelques membres de la Société se sont alors rendus, sous la direction de MM. Tournaire et de Saporta, sur les bords du ruisseau qui passe à Ceysac et, remontant de quelques centaines de pas ce cours d'eau, sont arrivés en face d'escarpements formés par des marnes feuilletées qui ont conservé de nombreuses empreintes végétales. Ce dépôt paraît postérieur à l'époque miocène, et M. de Saporta, qui en a étudié la flore, voudra bien, je l'espère, nous édifier sur son âge ainsi que sur ses véritables caractères.

Revenus au sommet du rocher de Ceysac, nous y trouvons un déjeuner organisé par nos hôtes du Puy dans une des an-

(1) *Descr. géogn. des environs du Puy-en-Velay*, p. 180.

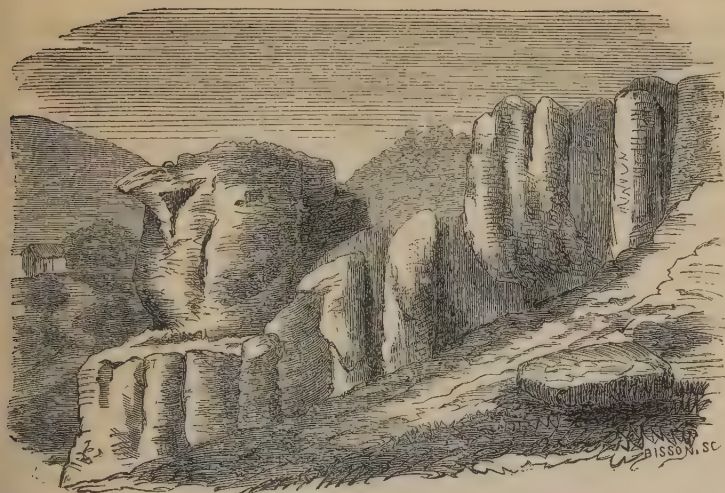
ciennes grottes creusées dans le roc, et sur lesquelles M. Aymard veut bien nous fournir de précieux renseignements archéologiques. On comprendra que je doive glisser rapidement sur cette partie de la journée qui n'a cependant été ni la moins animée ni la moins agréable; mais ce que je ne saurais oublier, à moins d'être ingrat, c'est de me faire ici l'écho de mes confrères, et d'offrir à MM. Vinay, Chassaing et Giron nos remerciements les plus vifs pour l'empressement et la grâce parfaite qu'ils mettent à pratiquer envers nous les vertus hospitalières de leur beau pays.

En descendant du rocher de Ceyssac, les membres de la Société se sont dirigés vers la Borne qu'ils ont traversée, et ont été visiter les carrières de Cormail où l'on exploite le gypse et où se montrent, au-dessus des marnes sans fossile, les assises gypseuses à *Palæotherium*, ainsi que les calcaires miocènes qui les recouvrent. Cormail est au pied de la montagne de Denise, dont on a fait bientôt après l'ascension.

Parvenue à la route de Brioude au Puy, la Société s'est trouvée en face d'escarpements de brèches anciennes, assez semblables à celles de Ceyssac, où quelques personnes ont de nouveau remarqué des indices de stratification.

M. Aymard, soutenant que ces brèches provenaient de coulées boueuses, a cherché un appui dans le passage insensible qu'offrirait près de là, avec elles, un filon de basalte qui les traverse. Nous avons dû, à cet égard, nous séparer d'avis avec notre savant confrère du Puy, ne pouvant admettre, pas plus pour les filons de la Denise que pour ceux du rocher Saint-Michel, qu'il y eut véritable *passage* entre la roche basaltique d'intrusion et les brèches qui les encaissent. M. Delanoüe a insisté à son tour sur le caractère stratifié des dépôts de brèches anciennes, et l'on est convenu, d'un commun accord, d'ajourner la solution de cette question jusqu'à ce que la Société en ait pu examiner tous les éléments. Ces brèches constituent dans le voisinage des rochers très-pittoresques que l'on ne manque pas de remarquer près du Collet, en se rendant de Brioude au Puy, et qui portent la trace de longues dégradations.

Le croquis suivant, que nous en avons pris dans un voyage précédent, peut en donner l'idée.



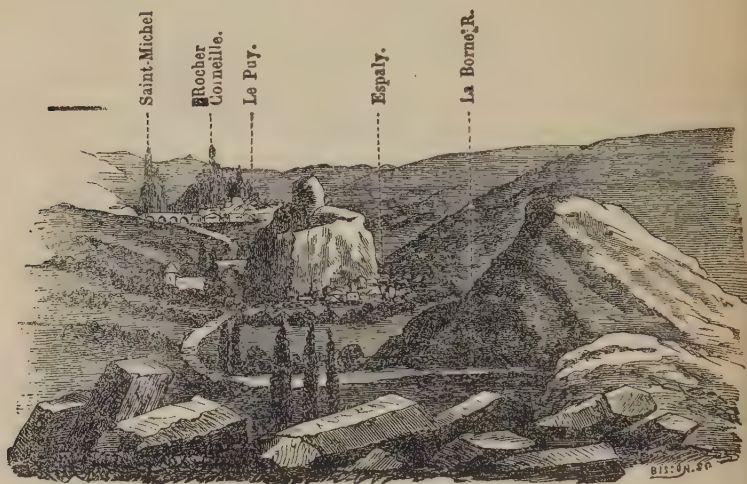
ROCHERS DE BRÈCHES ANCIENNES AU COLLET, SUR LES FLANCS DE LA DENISE.

Elles fournissent une pierre de construction estimée que l'on exploite sous le nom de *pierre de Denise*.

Quittant alors les brèches anciennes, la Société s'est rendue sur l'emplacement où eut lieu, en 1844, la découverte d'ossements humains dont l'antiquité paraît remonter au delà des dernières éruptions volcaniques du Velay. Les couches de tufs au milieu desquelles ces ossements furent trouvés, paraissent recouverts par des brèches que Bertrand de Doue a considérées comme formant un lambeau déplacé de sa position primitive. D'après les géologues du Puy, ces tufs se seraient déposés à divers niveaux sur les flancs de la montagne et descendraient, comme la coulée de la Croix-de-Paille, presque jusqu'au niveau actuel de la Borne dont la vallée était, par conséquent, à peu près aussi excavée que de nos jours. Ce fait rajeunirait les tufs à nodules de limonite et à ossements humains de la Denise, et tendrait à les reporter à l'époque à laquelle se sont déposées les alluvions quaternaires à *Elephas primigenius* des berges de la Borne.

Après avoir quitté le gisement de l'homme fossile de Denise, la Société est allée visiter les colonnades basaltiques de la Croix-de-Paille, bien connues sous le nom d'*Orgues-d'Espaly*. Peu de colonnades sont aussi régulières que celles de la Croix-de-Paille, et l'on peut dire que toute la coulée, jusqu'à la

Borne, a subi le retrait prismatique. Les prismes y sont généralement verticaux ; en un certain point , cependant , ils sont notablement inclinés et forment l'éventail. C'est de cet endroit que la vallée de la Borne, avec ses rochers abruptes de brèches anciennes, présente ses effets les plus bizarres et les plus saisissants.



VUE DE LA VALLÉE DE LA BORNE, PRISE DES ORGUES DE LA CROIX DE PAILLE.

De la carrière, où les prismes sont verticaux et exploités comme pierres de borne , on aperçoit le cratère de la Denise avec ses contreforts de brèches anciennes, et ses pentes roides couvertes de scories, de bombes et de lapillis.

La Société devant terminer son excursion par la visite de la collection de M. Pichot-Dumazel , force lui fut de s'arracher à ces spectacles attachants pour descendre au hameau de Saint-Marcel.

La collection de M. Pichot, sur laquelle M. Aymard a publié il y quelques années un fort intéressant rapport , comprend, outre de nombreux spécimens de roches et de minéraux du pays, un très-grand nombre de fossiles tertiaires, parmi lesquels on remarque surtout des ossements de mammifères.

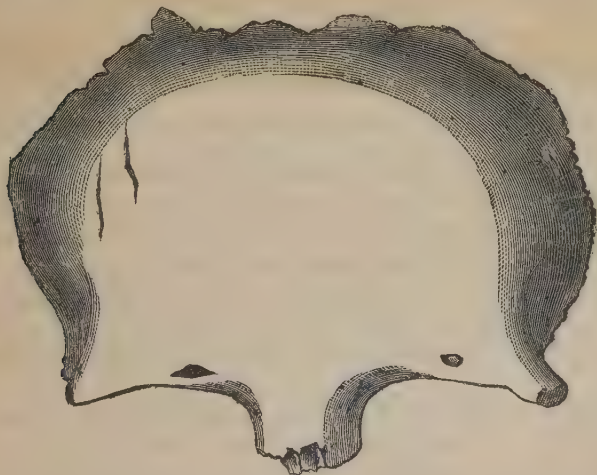
Les calcaires de Ronzon s'y trouvent représentés par les débris d'oiseaux, de reptiles, de poissons, de batraciens, etc.

Le gisement de Vialette , qui paraît représenter le pliocène inférieur, a fourni à M. Pichot de beaux restes de mastodontes

(*Mastodon Borsoni* et *Mastodon Arvernensis*, Croiz., déterminé par Falconer, Syn, *M. brevirostris*, Gervais), celui de Sainzelle, des ossements de *Rhinocéros* (*R. Etruscus*) (1), enfin les gîtes de Saint-Privat, de Solhilhac, ainsi que les alluvions quaternaires de la Borne, ont aussi fourni leur contingent de fossiles se rapportant principalement aux éléphants, aux rhinocéros, aux cerfs, aux bœufs, etc.

Mais les pièces les plus curieuses de cette intéressante collection sont, sans contredit, les ossements humains provenant du gisement récemment exploré par la Société. Ces pièces sont au nombre de deux :

La première, dont personne n'a nié l'authenticité et qui fut découverte avant toute autre, consiste en un frontal humain portant des traces vagues d'incision et incrusté à l'intérieur de minces couches de limonite superposées les unes aux autres sur une épaisseur totale assez considérable. Ces concrétions de limonite sont de même nature que celles qu'on avait pu observer en place dans les tufs de la Denise.



FRONTAL HUMAIN TROUVÉ DANS LES TUFFS VOLCANIQUES DE LA DENISE.

La seconde pièce, sur l'authenticité de laquelle son consciencieux propriétaire conserve des doutes, consiste en un

(1) Déterminé par Falconer, le même que le *R. mesotropus*, Aym.

bloc de tufs renfermant divers débris humains qui gardent, pour la plupart, les relations articulaires du squelette, ce qui semblerait devoir exclure toute idée de fraude, à moins d'admettre qu'elle vint d'un anatomiste assez habile. C'est le pendant du bloc du Musée, sur l'authenticité duquel on a tant discuté à l'époque où le congrès scientifique de France a tenu sa session au Puy.

C'est par la trouvaille du frontal que débutèrent ces découvertes. Le sieur Adsclenard, qui l'avait trouvé dans sa vigne, exécuta bientôt après des fouilles en présence de M. Pichot; mais ce ne fut qu'après le départ de ce savant, qu'il prétendit avoir découvert les ossements humains qui figurent dans le bloc du Musée, que l'on ne tarda pas à croire contrefait. Ce fut avec un courage bien méritoire que les savants du Puy soutinrent la réalité de la découverte, à une époque où l'idée de la haute antiquité de l'homme n'était pas en faveur; mais leur persévérance leur valut l'avantage de convaincre la plupart de leurs premiers contradicteurs. Les hommes de science se succédèrent au Puy dans cet intervalle, et presque tous admirèrent la réalité du fait.

Aujourd'hui, par un singulier hasard, il ne reste plus guère que M. Pichot, auquel on doit d'avoir donné l'éveil sur cette découverte, qui conteste l'authenticité de ces débris; mais encore met-il hors de cause le frontal dont nous avons parlé. C'est donc à cette pièce que l'on devrait s'attacher, et dans la visite que la Société a faite à la collection de M. Pichot, il nous a paru que le sentiment général des membres était favorable à son authenticité.

Cela prouve donc, un peu tard il est vrai, que la cause des géologues du Puy, qui ont des premiers osé affirmer l'ancienneté reculée de l'espèce humaine, est aujourd'hui définitivement gagnée, et que l'apparition de l'homme a précédé l'extinction complète des phénomènes volcaniques dont le Velay a été le théâtre.

M. le Président prie M. Gaudry de rendre compte des observations faites le même jour, par quelques-uns des membres, sur les bords de la Borne.

M. Aymard a fait en effet remarquer en ce point quelques particularités importantes, et principalement un talus attaqué par les eaux de la rivière, et dont les couches, à éléments vol-

caniques remaniés, semblent être une dépendance des assises précédemment étudiées sur les flancs de la Denise. Ces alluvions des bords de la Borne se rapportent manifestement à l'époque quaternaire. M. Aymard y a recueilli des restes bien certains d'*Ursus spelæus*. Sous sa conduite, quelques-uns de nos confrères ont pu même y récolter des os d'Éléphant, de Cheval, etc. — Du reste, il a été possible de voir dans les collections de M. Pichot une molaire d'*El. primigenius* provenant de la même localité. A ce propos, M. Gaudry, rendant hommage aux belles études des savants géologues du Puy et à leurs patientes recherches, expose la succession des diverses faunes tertiaires dont la connaissance est due aux travaux de nos confrères du Velay.

M. le comte G. de Saporta attire de nouveau l'attention sur les divers horizons du bassin tertiaire du Puy. Les couches que l'on y rencontre ont fourni les restes de trois flores d'âges bien différents, dont l'une, celle dite des *arkoses*, représente le terme le plus ancien. Les calcaires marneux de Ronzon renferment de même divers végétaux fossiles très-intéressants. Mais c'est surtout dans les environs de Ceyssac que se trouvent les restes végétaux les plus curieux. — Le terrain qui les renferme représente, dans les environs du Puy, les couches dites pliocènes, et se rapproche à une époque à peine un peu plus récente que celle des tufs de Meximieux. Grâce aux soins de plusieurs géologues de la Haute-Loire, plusieurs espèces ont pu être réunies. La collection de M. Aymard renferme, provenant de cette localité, diverses espèces se rapportant aux genres *Cratægus*, *Alnus*, *Quercus*, *Populus*, *Vaccinium*, *Potamogeton*, etc. Mais l'étude de ces plantes mérite un examen attentif que M. Aymard a bien voulu faciliter, et dont les résultats présenteront sans doute un intérêt réel.

M. Marion présente quelques remarques sur les végétaux fossiles des calcaires marneux de Ronzon.

La formation géologique dont il est ici question peut être sûrement déterminée comme se rapportant à cette époque curieuse, dite oligocène ou tongrienne, établissant une transition remarquable entre les temps éocènes et ceux miocènes.

Les calcaires exploités dans les environs du Puy, à Ronzon, se trouvent donc sur un horizon géologique peu distant de

celui des grès de Fontainebleau. Les végétaux dont se paraît à cette époque le sol européen ne sont encore que très-peu connus. A peine trouve-t-on en France, dans le midi, quelques couches des environs d'Apt et de Saint-Zacharie fertiles en plantes fossiles, dont l'étude a fourni à M. de Saporta les éléments d'une étude importante. Il sera donc intéressant de pouvoir examiner avec soin les diverses plantes fossiles que MM. Aymard et Vinay ont patiemment recueillies. Les espèces semblent peu nombreuses; à peine peut-on signaler, outre le *Quercus elæna*, le *Laurus primitænia*, le *Typha latissima*, le *Sparganium stygium*, dont les restes ont été rencontrés dans les divers dépôts de même âge et plus anciens, dix espèces nouvelles, spéciales au Velay jusqu'à ce jour; ce sont :

Equisetum ronzonense (m.).

Centrolepis (Podostachys) Bureauana (m.).

Quercus velacina (m.).

Celtis latior (m.).

Litsæa microphylla (m.).

Echitonium comans (m.).

Bumelia minuta (m.).

Myrsine embeliæformis (m.).

Mimosa Aymardi (m.).

Ronzocarpon hians (m.).

Enfin, il est intéressant de signaler, à côté de ces espèces à facies franchement exotique et tropical, et qui seront décrites avec détails, une espèce actuelle habitant encore le pourtour de la Méditerranée. Il existe en effet dans la collection de M. Aymard et dans celle de M. Vinay de nombreuses folioles qu'il est impossible de distinguer de celles du *Pistacia lentiscus* actuel. Cette identité, à laquelle conduit l'étude minutieuse de tous les caractères, revêt une importance particulière à la suite de celles récemment proposées par M. Heer pour des espèces miocènes que le savant professeur n'a pu distinguer de celles encore en vigueur.

Le *Pistacia lentiscus* est du reste une espèce actuellement en voie de retrait, et à laquelle une température assez élevée est nécessaire. L'examen comparatif des plantes fossiles de Ronzon rend facilement manifestes les affinités habituelles avec les flores actuelles africaines et asiatiques. La température moyenne, qu'a dû exiger autrefois le développement de ces végétaux, ne peut être fixée au-dessous de 23° c.

M. Tournouër communique la note suivante :

Sur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs du Puy-en-Velay; par M. Tournouër.

Les calcaires lacustres des environs du Puy, qui sont si riches en débris de vertébrés, renferment aussi des traces nombreuses de Mollusques dont j'ai cherché à me rendre compte. Malheureusement, la conservation insuffisante de ces fossiles qui ne se présentent dans les calcaires qu'à l'état de moules intérieurs ou d'empreintes, et dans les marnes plus friables qu'avec le test écrasé, s'oppose souvent à leur détermination rigoureuse; et malgré la complaisance avec laquelle M. Aymard m'a permis de consulter cette partie de ses précieuses collections, malgré l'obligeance avec laquelle M. Vinay m'a également communiqué ce qu'il possédait, je ne suis pas arrivé à cet égard à la précision que j'aurais désirée. Quel qu'il soit, je ne crois pas inutile cependant de donner ici le résultat de l'étude que j'ai faite de ces fossiles, dont personne ne s'est encore occupé jusqu'à présent.

D'après les renseignements que je dois à M. Aymard, il n'y aurait pas lieu de distinguer, pour ce qui est des Mollusques, entre la faune des « *marnes gypseuses* » et celle des « *calcaires marneux* » du Puy. Je n'ai pas pu faire d'observations personnelles assez distinctes à cet égard; l'attention doit être cependant appelée sur ce point; et dans la liste qui suit, j'ai noté, autant que je l'ai pu, les divers gisements entre lesquels cette petite faune se distribue, et qui sont : les calcaires marneux jaunâtres inférieurs d'Espaly (au lieu dit le Paradis); les calcaires des fours à chaux de Ronzon; les couches de calcaire marneux alternant à la partie supérieure avec des lits charbonneux, qui forment la petite falaise des Farges, où, je crois, aucun mammifère n'a été encore signalé; et le calcaire siliceux isolé des environs de Fay-le-Froid.

HELIX CORDUENSIS, Noulet? (*vel. H. Ramondi, junior?*)

L'Hélice en assez mauvais état que j'ai vue dans la collection de M. Aymard, et que je rapporte avec quelque doute à l'*H. Corduensis*, a été trouvée à Mathias, près de Fay-le-Froid, dans un calcaire siliceux qui n'a pas offert d'autres fossiles à M. Aymard, et qui est indépendant des calcaires de Ronzon, peut être supérieur à ces calcaires.

Aucune coquille terrestre n'a encore été trouvée à Ronzon.

L'H. Corduensis appartient dans le S. O. de la France à la faune des calcaires de Cordes (Tarn) et de Cieurac (Lot), que je mets sur l'horizon du calcaire de Brie approximativement et peut-être au-dessus. *L'H. Ramondi*, Brongn., qui dérive du même type (les moules d'une certaine taille des deux espèces sont fort difficiles à distinguer) lui succède immédiatement.

LIMNÆA LONGISCATA, Brong., et variétés.

L. pyramidalis, Brard.

Les moules et empreintes de Limnées que je rapporte à ces types de Saint-Ouen et à leurs variétés sont très-communs dans le bassin du Puy, dans les calcaires marneux d'Espaly, de Ronzon et aux Farges, où l'on trouve aussi quelques tests écrasés. L'assimilation que je fais ne me laisse pour ainsi dire aucun doute, et est aussi certaine pour moi qu'elle peut l'être en l'absence des coquilles elles-mêmes. Elle comprend diverses formes qui me paraissent rentrer toutes dans les variétés de ce type polymorphe, depuis les formes les plus aiguës et les plus turriculées, à dernier tour très-petit, jusqu'aux formes plus courtes et plus ovalaires, à dernier tour aussi grand ou un peu plus grand que la spire. Ces *L. longiscata* du Puy sont pour moi bien plus certaines que les prétendues *longiscata* souvent citées des calcaires d'Aurillac (Cantal), d'après ce que j'ai vu du moins de ces derniers calcaires.

J'ai vu cependant dans la collection Aymard une Limnée mesurant plus

45 mill., et qui s'éloigne du type *longiscata* par son dernier tour deux fois plus grand que la spire et tendant à se dilater comme dans les types plus modernes.

LIMNÆA BRIARENSIS, Desh.? *junior*.

L. symetrica, Brard ?

Avec les Limnées du type précédent, on trouve dans les couches grises friables du dépôt des Farges de très-petites formes qui certainement ne sont pas les jeunes des autres, et qui se rapprochent des petits types que je cite ici et peut-être des types *fabulum* ? *junior* ou même *cylindrica* ? Malheureusement, l'état d'écrasement de ces petites coquilles ne me permet pas de me prononcer à leur égard avec quelque certitude.

PLANORBIS CORNU, Brongn., var. *Pl. planatus*, Noulet olim.

vél *P. solidus*, Thomæ.

Les Planorbes que je rapporte à ce type sont communs surtout dans les couches des Farges. Quelques échantillons atteignent 25 mill. et plus de diamètre, et par leur face supérieure légèrement aplatie et leurs autres caractères, ne diffèrent pas des grands *Pl. planatus*, Noul., des calcaires du miocène inférieur ou de l'éocène supérieur du département du Tarn ; et pas davantage de certains *Pl. solidus*, Thomæ, des calcaires miocènes de l'Allemagne, d'Orléans et du S. O. de la France.

PL. ANNULATUS, Bouillet.

Je crois pouvoir rapporter, au contraire, au *Pl. annulatus*, Bouill. (catal. des coq. foss. de l'Auvergne), espèce des calcaires marneux de Corent, de Cournon, etc., qui n'a pas été figurée, une forme qui se rapproche davantage du *Pl. rotundatus* de Saint-Ouen par le développement plus égal et l'étroitesse de ses tours, mais dont le plus grand diamètre ne dépasse pas 12-14 millimètres.

Quelques Planorbes, plus petits encore, de la taille tout au plus du *Pl. Prevostinus* des meulières de Montmorency, mais qui s'en distinguent par leurs tours plus serrés et plus ronds, ne sont peut-être que des jeunes de *Pannulatus* ?

PL. PLANULATUS, Desh.

Pl. Bouilleti, nov. sp. (*Pl. nitidus*, Bouillet, non Muller).

Ces petits Planorbes, de la section des *Segmentina*, ne sont pas rares, le second du moins, dans les calcaires à *Limnæa longiscata* d'Espaly ou de Ronzon, et dans les couches friables des Farges. Quoique je n'aie vue que des empreintes ou des échantillons écrasés de ces Planorbes, je crois pouvoir affirmer la présence ici du *Pl planulatus*, qui est également associé à Paris à la *Limnæa longiscata*.

J'en détache, au contraire, le petit Planorbe aplati, le plus commun dans les calcaires du Puy et aux Farges, et qui est celui que Bouillet (*loc. cit.*) a eu en vue, et qu'il a cité expressément du Puy et de la base de la montagne de Gergovia, sous le nom de *Pl. nitidus*, comme semblable à l'espèce vivante d'Europe ainsi dénommée. Mais cette assimilation est inexacte : le petit Planorbe fossile du Puy se rapproche, il est vrai, de l'espèce vivante de Müller par la petitesse de son ombilic, mais il en diffère par sa taille plus grande, par une légère carène qui termine le dernier tour et par sa face inférieure bombée au lieu d'être plane ; je me crois donc autorisé à lui donner le nom nouveau de *Planorbis Bouilleti*. Le *Pl. Bouilleti* se distingue à son tour du *Pl. planulatus*, Desh., par cette convexité inférieure du dernier tour et par son ombilic beaucoup plus étroit. Je crois le retrouver dans les calcaires de Brunstatt en Alsace, qui sont probablement à un niveau très-voisin de celui des calcaires du Puy, et dans les calcaires marneux à *Limnæa strigosa* de Pantin et de Ville-Parisis, près de Paris. Je crois en effet que le petit Planorbe que M. Deshayes a cité de ces marnes de Pantin (t. II, suppl., pag. 753) sous le nom de *planulatus*, avec doute, parce qu'il n'en connaissait pas la face inférieure, peut être rapproché plus sûrement de celui du Puy et de l'Auvergne ; il est, comme ce dernier, convexe en dessous et étroitement ombiliqué, à en juger par quelques échantillons que j'ai observés dans les calcaires de Ville-Parisis (du même niveau que les marnes blanches de Pantin), où l'espèce est associée à *Limnæa strigosa*, *Bythinia plicata*, *Melanopsis*, indét., etc.

PL. SPIRULOIDES, Desh. ??

J'inscris sous ce nom, uniquement pour donner une idée approximative

de la forme, certains petits Planorbes dont les débris, mais en mauvais état, ne sont pas rares dans les couches des Farges notamment.

Enfin, je dois noter ici un fragment de la partie inférieure d'une grande et belle espèce de la collection Aymard, à ombilic très-petit, à dernier tour très-grand et bombé; du groupe peut-être du grand *Pl. discus* de l'île de Wight.

VIVIPARA, ... indét.

Grande et belle espèce (collection Aymard) du gisement des Farges; de la taille à peu près de la *Paludina aspersa*, Michaud, 35 millimètres et plus, mais de forme moins ramassée, plus ovale, à spire plus haute. Les grands vivipares sont souvent d'une spécification tellement difficile que je ne puis pas me risquer à ériger une espèce nouvelle ni même à attribuer à une des espèces fossiles déjà connues, le seul échantillon passablement, mais incomplètement conservé, que j'ai ici en vue. Je rappellerai seulement que dans les calcaires de Belleneuve, près Dijon (Côte-d'Or), que je mets à un niveau voisin de celui de Ronzon, j'ai signalé une grosse Paludine ou vivipare qui s'y trouve en compagnie des mêmes Limnées et Planorbes que ceux du Puy; mais qui me paraît d'ailleurs être toujours plus courte et plus ronde que celle-ci.

Je ne connais pas la *Paludina semi-carinata* ? que Bouillet cite des calcaires lacustres du Cantal.

BYTHINIA, nov. spec. ?

Je consigne ici, comme appartenant à une assez grande Bythinie, probablement au groupe des *Byth. microstoma*, Desh., *Byth. truncata*, Brard., etc., de nombreuses empreintes que l'on trouve, d'après une note que j'emprunte à la collection Aymard « dans les marnes qui accompagnent les gypses à Corneille, à Estrouilhas, et dans les marnes qui alternent avec le calcaire marneux à Malpas, à Farges, à Paradis. » Je les ai trouvées moi-même en place dans ce dernier gisement, à la partie supérieure et feuilletée des calcaires jaunâtres à *Limn. longiscata* et à *Cyproides* qui coupent le lit de la Borne en amont d'Expally et qui forment la base du système marneux de Ronzon.

L'aspect de ces plaquettes couvertes d'empreintes de Bythinies (et de traces de *Panicum pedicellatum* rappelle d'abord celui des plaquettes à *Byth. plicata*, d'Arch., de Fresnes, près de Paris (niveau de la *Limn. strigosa*). Cependant ces empreintes écrasées me paraissent dénoter une espèce différente, généralement plus grande et plus forte, à tours moins ronds, au nombre de 5-7, généralement aussi entière et non tronquée, et qui se rapproche peut-être davantage, sauf ce dernier trait, du *Byth. microstoma* cocène. Je suis porté à croire qu'elles constituent une espèce nouvelle, à laquelle je donnerais le nom de *Bythinia Aymardi*, si de meilleurs exemplaires me confirment dans cette appréciation.

SPHÆRIUM, ... indét.

Très-petite espèce, rare, des mêmes calcaires et des mêmes couches, que je ne puis déterminer que génériquement.

Telle est la courte liste que je puis donner des fossiles que j'ai étudiés. Quelle en est la signification ?

Les calcaires de Ronzon ont été classés généralement dans le miocène inférieur par les géologues français qui, selon la classification la plus accréditée, font commencer le système du miocène au-dessus des gypses à Paléothériums de Montmartre et plus précisément : au niveau des marnes feuilletées à *Ceritium plicatum* et *Cyrena convexa* du bassin de Paris. Cette classification d'un bassin d'eau douce tout à fait isolé a été déduite de l'appréciation des vertébrés, à cause de la prédominance des types Rhinocéros, Anthracothériens, Cervidés, etc., qui se développent à partir seulement de cette époque, et malgré la présence de quelques représentants du type plus ancien des Paléothériums, qui du reste ont été retrouvés depuis dans le S. O. en association semblable.

Les coquilles d'eau douce, associées à ces divers vertébrés dans les mêmes calcaires, contredisent-elles cette classification ? Je ne le crois pas ; mais il est besoin pour cela de quelques explications.

Il est vrai que la *Limnæa longiscata*, qui jouerait ici le même rôle que les Paléothériums dans la classe des vertébrés, est considérée généralement dans le bassin de Paris comme caractérisant exclusivement et ne dépassant pas les calcaires de Saint-Ouen inférieurs aux gypses à Paléothériums ; puisque la Limnée des « marnes blanches de Pantin, » supérieures à ces mêmes gypses, a été érigée comme espèce à part, sous le nom de *L. strigosa*, Brongn. Mais, outre que cette espèce est vraiment peu déterminable en l'état où on l'a trouvée jusqu'ici et qu'il est difficile d'affirmer qu'elle constitue autre chose qu'une des nombreuses variétés des *L. pyramidalis*, *longiscata*, *acuminata*, etc., je dirai que j'ai trouvé moi-même à la butte de Sannois, près de Paris, à un niveau supérieur au précédent, intercalé dans les « marnes vertes, » à 3 mètres environ au-dessus des « marnes à Cyrènes » un banc de calcaire marneux verdâtre, renfermant de très-grands moules (40 millim. au moins) d'une Limnée à spire allongée et relativement étroite, qu'il m'est bien difficile de ne pas rapporter également au type de la *L. pyramidalis* ou *longiscata*. J'admets donc, quant à moi, que ce type s'est perpétué, dans le bassin de Paris lui-même, jusque dans les premières couches du miocène inférieur ou tongrien (et même plus haut, sous la forme *L. Brongniarti*, Desh., dans les meulnières qui surmontent les

sables de Fontainebleau), tout en avouant que l'abondance du type vrai et de ses variétés principales dans les calcaires de Ronzon est frappante et remarquable.

Quant au type des *Planorbis cornu*, *planatus*, *solidus*, c'est autre chose : dans le bassin de Paris, le type du *Pl. cornu* a été établi par Brongniart pour un Planorbe des meulières de Montmorency et du calcaire de Beauce; c'est aussi le niveau que lui assigne M. Deshayes, qui en a détaché comme revenant au *Pl. solidus*, Thomæ, des formes plus grandes, abondantes dans les calcaires à Hélices de l'Orléanais, qu'il est peut-être difficile de ne pas relier au type par les intermédiaires qu'on trouve dans les meulières elles-mêmes (*Pl. rotundatus*, Brongn. ? non Desh.). C'est ce second type, espèce ou forte variété, qui pullule dans les calcaires aquitaniens du S. O. (*Pl. subpyrenaicus*, Noul. olim), dans le Wurtemberg, etc.

Ce type jouerait donc à son tour dans la faune des coquilles de Ronzon le même rôle que le type Rhinocéros, par exemple, y joue dans celle des vertébrés; et y représenterait des formes particulières au miocène moyen. Mais dans le bassin de Paris même, M. Hébert a cité (*Bull.*, t. XVII, pag. 800) le *Plan. cornu* du calcaire inférieur de Château-Landon, qu'il met au niveau du calcaire de Brie, c'est-à-dire approximativement au niveau de Ronzon. En dehors du bassin de Paris, il est hors de doute que ce type remonte à une époque beaucoup plus ancienne que celle des meulières de Montmorency, et dans le S. O. de la France notamment, il abonde dans les calcaires lacustres du Tarn (Cordes) et du Lot (Cieurac), qui sont inférieurs ou tout au plus subordonnés aux mollasses de l'Agenais. Ce fait est d'autant plus intéressant à rappeler ici que la partie inférieure de ces mollasses contient précisément les gisements de vertébrés qui offrent le plus d'analogie avec le gisement de Ronzon par l'association des mêmes types Rhinoceros, Anthracotherium, Elotherium ou Entelodon, Cenotherium et Paleotherium, etc., comme je l'ai établi dans une note récente. Ce Planorbe de Cordes et de Cieurac, qu'il est quelquefois extrêmement difficile de distinguer du *Pl. solidus* ou *subpyrenaicus* de Saucats (Gironde), est celui que M. Noulet avait appelé en 1854 (mém. sur les coq. foss. du S. O.) *Planorbis planatus*, et il descend beaucoup plus bas encore, presque dans les couches paléothériennes les mieux caractérisées des environs de Castelnau-dary, où M. Deshayes l'a distingué sous le nom de *Pl. Vialai* (Suppl., t. II, pag. 753, 1864), sans tenir compte de

la dénomination antérieure de M. Noulet. Depuis, M. Noulet lui-même (mém. s. coq. foss. du S. O., 1868), revenant sur ses précédentes appréciations, s'est décidé, pour sortir des difficultés qui s'opposent à une bonne caractérisation spécifique de toutes ces formes si voisines, étagées depuis l'époque paléothérienne jusqu'en plein miocène, à les réunir toutes et en masse (sauf néanmoins le *Planorbis crassus* de Castelnau-dary, etc., qui n'est cependant peut-être, lui aussi, qu'une autre variété du même type) sous le vocable le plus ancien, celui de *Planorbis cornu* de Brongniart (1).

Dans la série lacustre provençale, c'est cette même forme de *Pl. planatus*, si je ne me trompe, qui se retrouve en abondance dans les calcaires de la Trécarèse inférieurs au gypse et aux cyclades du bassin d'Aix, étage N. de M. Matheron, correspondant par conséquent aux marnes blanches de Pantin et au gypse de Montmartre. C'est aussi ce Planorbe qui abonde dans les calcaires de Sommières (Gard); et c'est lui que j'ai signalé déjà dans les calcaires de la Côte-d'Or (à Belleneuve et à Vesvrottes), associé, comme au Puy, à la *Limnæa longiscata* et à de grosses Paludines.

En somme, c'est un type qui partout ailleurs que dans le bassin de Paris est loin d'être caractéristique de l'époque miocène.

Le *Plan. annulatus* appartient à un autre type, à dernier tour moins enveloppant, auquel appartient aussi le Planorbe caractéristique des calcaires de Saint-Ouen, connu générale-

(1) C'est peut-être dépasser le but et réagir contre une analyse excessive par une synthèse trop compréhensive à son tour, et j'avoue que, tout en applaudissant à un principe qui rentre dans ma manière de concevoir l'évolution des formes et la succession des espèces, je ne crois pas utile à la science qui cherche à établir l'histoire de ces filiations de confondre sous une seule et unique dénomination toutes ces variétés paléontologiques qui correspondent à autant de niveaux et d'échelons dans la marche du temps; et je voudrais réserver, au moins à titre de *noms de variétés*, les anciens noms spécifiques que l'on croirait devoir rattacher à un type dominant. Je dirais donc : *Planorbis cornu*, Brongn., var. *crassus* — var. *planatus* — var. *solidus* — var. *Mantelli* — var. *subpyrenaicus*, s'il y a lieu, etc. De même pour l'autre type de grand Planorbe tertiaire : *Pl. Buxvillerensis*, Brard. var. *Leymeriei* — var. *Pacyensis*, s'il y a lieu, — var. *Costrensis*, Noul. — var. *conterraneus*, Noul. — var. *rotundatus*, etc. De même pour les Limnées : *L. pyramidalis*, Brard. v. r. *longiscata* — var. *arenularia* — var. *fusiformis*, etc., etc.

ment, et par suite d'un usage accepté par M. Deshayes (Suppl., t. II, pag. 742), sous le nom de *Pl. rotundatus*, Brongn., qui ne s'appliquait dans la pensée de Brongniart qu'à une variété du *cornu* des meulières (rentrant probablement dans le *solidus* ou dans le *Mantelli*), et qui est d'ailleurs un ancien nom donné antérieurement par Poiret (1801) à une petite espèce vivante d'Europe (*Pl. leucostoma*, Millet, 1813), pour laquelle il est repris maintenant par beaucoup de malacologistes. Quoi qu'il en soit de cette question embrouillée de synonymie, le Planorbe fossile de Saint-Ouen, auquel se rattache l'*annulatus* de Bouillet, appartient à un grand type polygyré répandu dans les terrains tertiaires inférieurs.

De même, les *Pl. planulatus* et *Pl. Bouilleti* appartiennent ou se relieut à des types répandus dans les calcaires de Saint-Ouen ou dans les « sables moyens » supérieurs des environs de Paris.

Enfin, les *Bythinia* écrasées d'Espaly donnent lieu à une observation semblable. Quelles qu'elles soient, elles me paraissent appartenir à ce groupe particulier qui commence dans l'éocène moyen par le *Byth. microstoma* du calcaire grossier, reparait ensuite dans les marnes blanches de Pantin, et paraît s'éteindre au niveau du calcaire de Brie et dans le tongrien de Belgique (*Byth. plicata*, d'Arch. ; *Byth. truncata*, Brard (*Duchasteli*, Wyst) (1).

En résumé, les coquilles d'eau douce des calcaires du Puy indiqueraient au moins autant d'attache avec les types précédents ou éocènes (au sens français ordinaire de ce terme paléontologique et en y comprenant l'époque paléothérienne) que de tendance vers les types miocènes postérieurs; ce sont des types qui sont à cheval sur les deux époques, et dont le caractère correspond bien à celui de cette période intermédiaire que les auteurs allemands ont appelée oligocène. Je serais d'ailleurs embarrassé, je l'avoue, pour tracer une ligne de démarcation bien précise, surtout au point de vue des

(1) J'ai rappelé dans le *Journal de conchyliologie* (vol. XVII, pag. 90) que ces espèces remarquables par l'obliquité et le bourrelet marginal de l'ouverture et par la troncation habituelle de la spire qui leur donne quelque ressemblance avec les *truncatella*, pourraient être l'objet d'une coupe qui a été proposée par M. Wyst sous le nom de *Forbesia*. M. Frauenfeld (in *Paludina*, p. 41) a fait remarquer que ce nom générique avait été déjà employé. J'ai donc proposé d'y substituer celui de *Wystia*.

faunes terrestres ou d'eau douce, entre l'éocène supérieur et le miocène inférieur, ou, en d'autres termes, entre l'oligocène inférieur des allemands et l'oligocène moyen. Et, pour ce qui est des calcaires de Ronzon, je me contente de dire que, d'après toutes les considérations paléontologiques, ils appartiennent à ce groupe de terrain qui, à Paris, s'étend depuis, et y compris, les marnes à *Limnæa strigosa* jusqu'au calcaire siliceux de la Brie; et je suis disposé à les classer, par l'examen des coquilles, plutôt à la partie inférieure de ce groupe qu'à sa partie supérieure; c'est-à-dire à les mettre au niveau des marnes vertes ou des marnes à Cyrènes, si ce n'est même des marnes à *Limnæa strigosa*, plutôt qu'au niveau du calcaire de Brie qui termine cette petite série, et dans lequel les types précédents de Limnées et de Planorbes sont remplacés par des types tout à fait différents et plus voisins de ceux des meulières supérieures.

A un autre point de vue, l'étude de ces fossiles m'a amené aussi à reconnaître que le niveau des calcaires de Ronzon se retrouve très-probablement dans le bassin de Brioude et dans celui de Clermont (à Corent, à Cournon, à la base de la montagne de Gergovia, etc.) dans les calcaires marneux à *Planorbis annulatus* et *Limnæa ampullaria* de Bouillet. Je regrette de n'avoir pas pu poursuivre sur le terrain ce rapprochement qui est conforme aux indications fournies par les vertébrés recueillis à Bournoncle Saint-Pierre et ailleurs.

M. Sauvage fait la communication suivante :

Note sur les poissons du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay ;
par M. H. E. Sauvage.

Dans sa liste des animaux du calcaire de Ronzon, liste donnée lors de la session des Sociétés savantes du Puy-en-Velay, M. Aymard inscrit sous le nom de *Pachystetus gregatus* les poissons découverts par lui dans cette localité si célèbre.

Pour le savant paléontologiste que nous venons de citer, l'ichthyolite de Ronzon se rapporte à un genre nouveau, le genre *Pachystetus* (poitrine épaisse); ce genre n'a été ni décrit, ni figuré. Nous étant trouvés au Puy, nous avons pu étudier la faune ichthyologique de Ronzon, grâce à l'extrême obligeance

de MM. Aymard et Vinay qui ont mis leurs riches collections à notre disposition.

L'exemplaire sur lequel M. Aymard avait créé son genre est altéré par la fossilisation. Lorsqu'on a des exemplaires bien conservés, on voit que ce genre ne peut se séparer des *Lebias* par aucun caractère, et que l'espèce que nous étudions vient se placer entre le *L. cephalotes* d'Aix et le *L. Meyeri* de Francfort.

Il est digne de remarque que la classe des poissons ne compte qu'une seule espèce à Ronzon, alors que toutes les autres classes du règne animal y sont si largement représentées.

Ce poisson appartient d'ailleurs au groupe (celui des Cyprins et des Cyprinodontes) le plus abondant dans tous les cours d'eau de l'époque actuelle; comme aujourd'hui, dès l'époque tertiaire il formait la principale masse de la population des lacs (Agassiz).

Les *Lebias* de Ronzon sont de très-petite taille; comme leurs analogues de nos jours, ils devaient vivre en troupes serrées et se nourrir de matières organiques en décomposition, de petits insectes, de vers, de substances végétales que leurs dents aiguës pouvaient déchirer. Élançés, à nageoires caudale et anale longues, ils étaient parfaitement disposés pour nager rapidement. C'est ce que va nous démontrer l'étude de leur squelette.

Lebias Aymardi Sauvage.

(*Pachystetus gregatus* Aymard.)

Formes générales. — Poisson de très-petite taille, élançé, plus épais au niveau de la nageoire anale, près de 5 fois plus long que haut.

Longueur moyenne du corps.....	31 ^{mm} .
Hauteur maximum du corps.....	5,5.
Hauteur de la tête.....	5,5.
Longueur de la tête.....	7,5.
Distance entre la tête et la dorsale.....	10.

Largeur de la dorsale.....	4.
Distance entre cette nageoire et la caudale. ..	5,5.
Largeur de la pectorale à sa base.....	1,5.
Longueur de la pectorale.....	2,5.
Distance entre la base de la pectorale et la ventrale.....	4,5.
Largeur de la ventrale.....	1,9.
Longueur de cette nageoire.....	2,5.
Distance de la ventrale à l'anale.....	2,5.
Largeur de l'anale.....	4,5.
Longueur de cette nageoire..	4,5.
Distance de l'anale à la caudale.....	5,5.
Largeur de la caudale à sa base.....	3,5.
Longueur de la caudale.....	5,0.

Tête. — Tête un peu plus longue que haute, contenue 4 fois dans la longueur totale du poisson, assez grosse.

Ligne du front peu inclinée, un peu bombée, se continuant avec la ligne générale du corps. Frontal principal large.

Oeil assez grand, arrondi, situé en avant de la moitié antérieure de la longueur de la tête, situé bas, au niveau de la bouche. Sous-orbitaires grands.

Bouche peu fendue, la mâchoire inférieure devant déborder très-légèrement la supérieure.

Dents fortes, pointues (fig. 5 sont représentées deux dents grossies). Mâchoire inférieure aplatie horizontalement.

Opercule grand, allongé. Sous-opercule grand, de forme lozangique. Pré-opercule grand, coudé presque à angle droit. Interopercule étroit et allongé. Toutes les pièces operculaires sont lisses. Elles sont représentées grossies fig. 4.

Rayons branchiostéges forts, paraissant être au nombre de 5; le quatrième est le plus fort.

Colonne vertébrale et côtes. — Colonne vertébrale assez forte, très-relevée dans la région abdominale, si on la compare à celle des *L. Meyeri* et *cephalotes*. Les vertèbres, un peu plus longues que hautes, sont au nombre de 32, dont 20 caudales et 2,10 abdominales; 10 vertèbres sont en arrière de la dorsale, 4 entre la ventrale et l'anale.

Les côtes fortes, faiblement arquées en avant, sont au nombre de 10 paires; elles arrivent jusqu'au bord de la cavité thoracique. Celle-ci, comme dans le *Lebias cephalotes*, est remplie par une matière noirâtre, reste du foie qui, comme chez tous

les Cyprinodontes d'ailleurs, devait être volumineux et très-chargé de matière pigmentaire.

Les hœmapophyses de la région caudale sont grêles; leur partie vertébrale est cependant beaucoup plus forte et élargie; elles sont surtout très-dirigées en arrière dans la partie postérieure du corps.

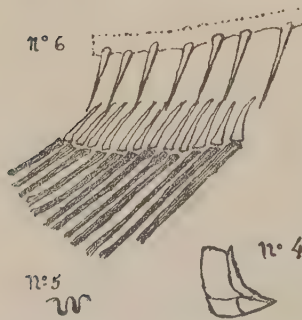
Les neurapophyses de la région abdominale sont plus grêles encore; les premières sont très-courtes et presque verticales; les autres sont fortement dirigées en arrière. Les neurapophyses de la région caudale sont de même force que les hœmapophyses correspondantes et, comme elles, présentent une partie vertébrale élargie. Celles qui sont sous la nageoire dorsale et les deux ou trois qui précèdent cette nageoire sont presque verticales. Dans la partie postérieure du corps elles présentent la même disposition que les apophyses inférieures.

On ne voit pas de traces des arêtes musculaires.

Nageoires paires. — La pectorale est composée de 14 rayons très-grêles dont les inférieurs sont un peu plus longs, cette nageoire étalée arrive jusqu'au niveau de la cinquième côte; cette nageoire a une forme sensiblement quadrangulaire, étant presque coupée carrément à son extrémité.

La ventrale située très-sensiblement à une longueur de tête du bord postérieur de l'opercule n'est composée que d'un petit nombre de rayons, 5 à 6, un peu plus forts que ceux de la pectorale; étalée, cette nageoire devait aller très-près du premier rayon de l'anale.

Nageoires impaires. — La nageoire dorsale est située au-dessus de 5 vertèbres dont les apophyses épineuses sont, avons-nous dit, presque verticales, à ce niveau. Les osselets porte-nageoires, en même nombre que les rayons, sont grêles, obliquement dirigés en avant, élargis à leur extrémité supérieure. Les rayons de la nageoire sont assez grêles, au nombre de 10, subdivisés à leur extrémité. Cette nageoire est un peu plus haute que la distance qui en sépare la base de la colonne vertébrale en ce point. Elle est placée en arrière de la moitié de la longueur totale du corps, la caudale comprise; sa terminaison est de l'o-



rigine de la caudale à une distance sensiblement égale à la hauteur de la tête. Les derniers rayons sont un peu plus longs que les premiers, de sorte que la nageoire est coupée obliquement.

La nageoire anale est très-développée, et peut servir à caractériser l'espèce que nous décrivons. Elle est située en face de la dorsale, qu'elle déborde cependant en avant, étant située au-dessous de 7 vertèbres. Sa base est égale à la hauteur de la tête; la hauteur de la nageoire est presque égale à sa longueur. Nous avons indiqué plus haut la direction des hœmapophyses à son niveau. Les osselets porte-nageoires sont plus longs et plus forts que ceux de la dorsale; ils sont assez élargis à leur extrémité inférieure, moins cependant que l'extrémité supérieure des rayons qui leur correspondent; cette extrémité est arrondie. Les rayons de la nageoire sont un peu plus forts que ceux de la dorsale et commencent à se subdiviser vers le milieu de leur longueur. Le premier rayon est plus court que le second. Chaque rayon est ensuite un peu plus court que celui qui le précède, de sorte que la nageoire a une forme arrondie. Les deux derniers rayons sont de beaucoup les plus courts. (Fig. 6 est cette nageoire grossie.)

La dernière vertèbre supporte un os relativement large, triangulaire, arrondi à son extrémité postérieure, très-légèrement échancré à ses bords, os qui soutient la caudale. Cette nageoire est vigoureuse, un peu plus longue que la distance qui en sépare la base de la terminaison de la dorsale. La caudale du *L. cephalotes* est légèrement échancrée, celle du *L. Meyeri*, tronquée, celle de l'espèce de Ronzon, arrondie légèrement. Elle a pour formule 61; 8,8; 16. Les quatre premiers petits rayons sont très-courts et très-grêles. Les gros rayons se divisent vers leur tiers inférieur et se subdivisent vers les deux tiers inférieurs.

Écailles. — Les écailles, qui ne sont que très-rarement conservées, sont grandes, ovales, ornées de lignes allant en rayonnant du centre; ces lignes paraissent être au nombre de 16 pour les écailles de la région ventrale.

Rapports et différences. — On sait combien est difficile la distinction des espèces de Cyprins vivants, aussi dans l'étude des fossiles ne doit-on négliger aucun détail, si minutieuse que puisse sembler la description. Des cinq espèces de *Lebias* fossiles décrits, l'espèce de Ronzon n'a de rapports qu'avec les



L. cephalotes et *Meyeri*. La première de ces espèces est d'Aix en Provence, la seconde des argiles plastiques à Cypris de Francfort. Par un ensemble de caractères, le *Lebias* de Ronzon s'en sépare nettement comme on peut le voir par l'examen des fig. 1, 2 et 3.

Les deux premières, copiées de l'ouvrage d'Agassiz (1), représentent fig. 1 le *L. cephalotes* et fig. 2 le *L. Meyeri*; le *L. Aymardi* est figuré sous le n° 3. Les différences apparaîtront encore plus nettement par le tableau suivant où ces trois espèces sont mises en parallèle :

<i>Lebias Aymardi.</i>	<i>Lebias Meyeri.</i>	<i>Lebias cephalotes.</i>
Tête comprise 4 fois dans la longueur totale du corps.	Tête comprise plus de 4 fois.	Tête contenue un peu moins de 4 fois.
20 vertèbres caudales.	18 caudales.	22 caudales.
2,12 v. abdominales.	3,10 abdominales.	2,10 abdominales.
Apophyses épineuses fortes à leur base, puis très-grêles.	Apophyses épineuses fortes, surtout à la partie postérieure du tronc.	Apophyses épineuses très-grêles.
Côtes fortes.	Côtes très-vigoureuses.	Côtes très-grêles.
Anale située à une longueur de tête de la pectorale.	Anale plus reculée.	Anale située à une longueur de tête de la pectorale.
A. 12.	A. 18.	A. 14.
Anale arrondie.	Anale coupée plus carrément.	Anale coupée plus carrément et plus courte que dans les deux autres espèces.
Anale située sous sept vertèbres.	Anale située sous 7 à 8 vertèbres.	Anale située sous 7 vertèbres.
D. 10.	D. au moins 9.	D. 10.
Dorsale en arrière du milieu de la longueur du corps.	Dorsale très en arrière.	Dorsale un peu en avant du milieu.
Dorsale placée au-dessus de 5 vertèbres.	Dorsale au-dessus de 5 vertèbres.	Dorsale au-dessus de 6 vertèbres.
P. 14.	P. au moins 12.	P. 14.
C. 61; 8, 8; 16.	C. 51; 8, 9; 15.	C 31; 8, 9; 13.
Caudale légèrement arrondie.	Caudale coupée carrément.	Caudale légèrement échancrée.

(1) *Poissons fossiles*, t. V, p. 48, 50, pl. XLI, fig. 1, 2, 9, 10 et 7, 8.

On voit que l'espèce des environs du Puy se distingue nettement des deux autres. Le genre *Pachystetus* ne pouvant être conservé, nous proposons de donner au *Lebias* que nous venons d'étudier le nom de *Lebias Aymardi*, le dédiant au savant paléontologiste qui a si bien fait connaître le riche ossuaire de Ronzon.

M. le Président invite les membres à présenter les observations qu'ils ont à faire sur les communications précédentes.

M. Aymard aurait quelques remarques à faire à propos de la question des brèches basaltiques; mais il se réserve de les présenter après l'examen de la Roche-Rouge.

M. Lecoq prend la parole pour faire ressortir l'importance de la découverte des restes humains de la Denise, à l'appui de la haute ancienneté de l'homme. Après avoir fait rapidement l'historique de cette curieuse découverte, le savant professeur expose les divers faits qui ont conduit les palæothnologues à établir plusieurs âges de l'humanité antérieurs à toutes les traditions historiques.

La séance est levée à dix heures.

TROISIÈME SÉANCE.

MARDI 14 SEPTEMBRE.

PRÉSIDENCE DE M. VINAY.

La séance est ouverte à huit heures et demie dans une des salles du musée Crozatier.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté. Sont présentés pour faire partie de la Société :

MM.

TOURNAIRE, ingénieur en chef des mines à Châlons-sur-Saône.

VICAIRE, ingénieur des mines, professeur à l'École des mines de Saint-Étienne.

MALARD, ingénieur des mines, professeur à l'École des

mines de Saint-Étienne; présentés par MM. Levallois et de Billy.

M. MAC-PHERSON, présenté par MM. Delanoue et Collomb.

M. MAXIME ROUX, présenté par MM. Tournouër et Sauvage.

M. GANZE, présenté par MM. Vinay et de Billy.

Sur leur demande, sont admis à faire de nouveau partie de la Société :

MM. AYMARD et FÉLIX ROBERT.

M. Lecoq, vice-président, rend compte de la course de la journée.

Partis en voiture à sept heures du matin, les membres de la Société ont débuté par l'étude des formations de la butte de Montredon.

Sur les flancs de la tranchée du chemin de fer, on observe un ensemble de couches à éléments volcaniques, sur le compte desquelles les membres de la Société ne sont point d'accord.

Il est facile de constater que de nombreuses couches argilo-sableuses et caillouteuses, nettement stratifiées, viennent butter contre le massif dit de *brèche boueuse*. Ces couches sableuses plongent assez rapidement pour se relever en certains points, de manière à présenter à la plupart des membres l'aspect des dépôts alluviens sur les pentes. Ces sables à éléments volcaniques remaniés auraient été déposés par les eaux de l'époque pliocène pour lesquelles le massif de *brèche boueuse* devait constituer un barrage dont les effets sont demeurés très-appreciables.

Telle n'est pas l'opinion de M. le président Vinay, qui préfère admettre un soulèvement de ces sables par les brèches boueuses elles-mêmes, dont l'apparition serait dans ce cas postérieure au dépôt des couches sableuses pliocènes.

M. Lory ne partage point cette manière de voir. Il se peut que des mouvements de dislocation et de soulèvement soient venus augmenter l'inclinaison des couches sableuses, après leur formation; toutefois les *brèches boueuses* contre lesquelles elles s'appuient ne paraissent pas s'être fait jour sur place.

Les couches pliocènes inclinées s'étendent assez loin. A la montée dite de Tire-Bœuf, leur caractère minéralogique est

un peu différent, mais elles contiennent de nombreuses empreintes végétales dont l'examen permet de rapporter cette formation à une époque pliocène peut-être un peu plus récente que l'âge des dépôts de Ceyssac.

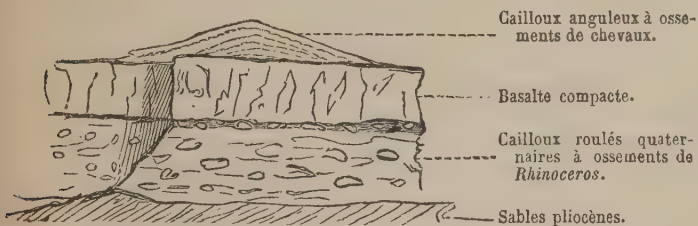
En quittant la tranchée du chemin de fer, les membres ont pu reconnaître, dans l'enclos des Fous, que ces mêmes couches pliocènes sont recouvertes par un ensemble de cailloux roulés souvent encore anguleux, en discordance avec les dépôts sous-jacents.

M. Aymard déclare avoir recueilli au milieu de ces cailloux des restes de *Rhinocéros* de l'époque quaternaire ancienne.

Enfin ces cailloux quaternaires supportent eux-mêmes une remarquable coulée basaltique au contact de laquelle les cailloux roulés ont été éprouvés. Il est donc permis d'affirmer que les phénomènes volcaniques du Velay se manifestaient encore avec énergie vers le milieu de la période quaternaire.

M. Rames déclare avoir fréquemment observé dans le Cantal des phénomènes géologiques analogues. Ce sont là des arguments importants, suffisants pour prouver que l'homme antéhistorique a pu assister aux dernières éruptions volcaniques du centre de la France.

Enfin, il a été possible de reconnaître au-dessus des basaltes compactes une dernière formation caillouteuse, à ossements de chevaux, se rapportant à cette époque quaternaire récente.



La fin de la matinée a été employée à la visite de la précieuse collection de M. le Président, à Corsac, où tous les membres présents ont reçu une cordiale et généreuse hospitalité dont ils se souviendront longtemps.

De Corsac, la Société s'est rendue à Brive pour examiner en place les grès sableux, dits arkoses, riches en végétaux fossiles dont la collection de M. le président Vinay possède de nombreux exemplaires. Ces grès arkoses, dont les éléments ont été empruntés aux roches primitives, représentent dans le bassin

du Puy les premiers dépôts éocènes, si l'on en juge par les végétaux fossiles qu'ils contiennent. Il était important d'étudier spécialement cette formation dont l'âge demeurerait très-controversé.

En se dirigeant ensuite vers Peyredeyre, on a observé d'abord une masse basaltique isolée couronnant les marnes bigarrées éocènes, et en second lieu le grand dyke phonolitique de Mercœur.

La Société s'est engagée dans le pittoresque défilé de Peyredeyre, dont les falaises sont constituées par un granit à gros grains se divisant en grands prismes.

M. Lecoq reconnaît que la Loire n'a dû pouvoir se creuser un lit au milieu de ces roches qu'à une époque très-ancienne et où le volume de ses eaux devait être considérable.

Au milieu de ces gorges, la Société a été vivement intéressée par les nombreux blocs de gneiss empâtés dans le granite. Elle a remarqué enfin un curieux filon de granite à grains fins, traversant nettement le granite ordinaire à gros éléments.

Les diverses particularités des roches cristallines dans cette curieuse localité avaient été signalées depuis longtemps par le savant M. Aymard. Les filons que l'on vient de citer prouvent certainement l'existence de plusieurs époques d'émission. Enfin, les fragments de gneiss ont dû probablement être arrachés à des terrains préexistants et empâtés dans la roche cristalline en voie de formation.

Sur la demande de M. le Président, M. le comte G. de Saporta expose quelques remarques sur la flore des grès dits arkoses, de la Chartreuse, de Brive, etc.

Les empreintes végétales fréquentes dans ces couches ne présentent d'ordinaire, malheureusement, qu'un degré de conservation peu favorable à l'étude. Pourtant il est possible de reconnaître en elles, d'une manière générale, un facies bien caractéristique les rapprochant des flores anciennes des terrains éocènes.

La collection de M. Aymard renferme, provenant de ces localités, deux frondes de palmiers très-remarquables. L'une appartient au genre *Flabellaria*, l'autre, voisine du genre *Phoenicites*, est accompagnée de son inflorescence. A ce propos, M. de Saporta entre dans quelques détails relatifs aux diverses espèces fossiles et actuelles du groupe des palmiers.

M. le Président Vinay possède enfin de nombreuses em-

preintes des arkoses, parmi lesquelles on reconnaît de belles myricées et protéacées dont la présence vient fournir de nouveaux arguments importants. Aussi les arkoses, longtemps considérées comme triasiques ou secondaires, devront être reportées presque vers la base des terrains tertiaires.

M. Gaudry énumère rapidement les richesses paléontologiques des collections publiques et privées de la ville du Puy.

Il parle d'abord des collections remarquables du Musée, à la perfection desquelles le conservateur, M. Félix Robert, a puissamment contribué. Les ossements humains de la Denise, les mammifères de Robilhac et de Solilhac y attireront toujours l'attention des paléontologues.

La collection de M. Pichot Dumazel est remarquable à plusieurs titres. Elle contient, entre autres fossiles curieux, de nombreux restes de mastodontes et plusieurs ossements humains des couches de Denise, dont une étude attentive est assurément désirable.

La célèbre collection de M. Aymard ne peut être aussi rapidement analysée. M. Gaudry signale quelques-uns des mammifères curieux à la connaissance desquels le nom de M. Aymard restera lié, et dont l'*Entelodon*, le *Botriodon* et le *Gelocus* sont les types les plus curieux.

Enfin, M. Gaudry signale de nouveau dans la collection de M. Vinay des richesses paléontologiques analogues et principalement les divers fossiles de Ronzon, les restes de plusieurs grands chevaux, une dent de *Machairodus* et les nombreux ossements de mastodonte à dents de Tapir.

M. le Président donne lecture de l'ordre du jour du mercredi 15 septembre.

La séance est levée à dix heures.

QUATRIÈME SÉANCE.

MERCREDI 15 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte à huit heures et demie dans une des salles du musée Crozatier, sous la présidence de M. Vinay.

Par suite des présentations faites dans la séance précédente, le Président proclame l'admission de MM. Tournaire, Vicairé, Malard, Mac-Pherson, Maxime Roux et Ganze. Il annonce ensuite la présentation de :

MM.

ISIDORE HEDDE, ancien délégué du gouvernement français en Chine, présenté par MM. Lecoq et de Billy.

GILLET-PARIS, ingénieur des mines, présenté par MM. Baudinot et Vinay.

VICTOR FOUILHOUX, minéralogiste à Clermont, présenté par MM. Lecoq et Damour.

A propos d'une rectification au procès-verbal, demandée par M. Lecoq, M. Laval signale des restes de l'époque glaciaire dans la Haute-Loire, à Ronzon et à Ceyssac.

M. Aymard déclare qu'il serait intéressant de rechercher des traces analogues lors de l'excursion au Mezenc, sans trop s'associer cependant à la remarque précédente.

Le procès-verbal de la séance précédente est mis aux voix et adopté.

M. Lory rend compte de l'excursion faite pendant la journée du mercredi 15 septembre.

*Compte rendu de la course du mercredi 15 septembre ;
par M. Lory.*

La Société s'est rendue en voiture à Polignac. Les ruines du château de ce nom se trouvent établies sur une roche isolée, escarpée de tous côtés et formée d'un conglomérat volcanique semblable à ceux des rochers de Corneille, Saint-Michel et Ceyssac, précédemment visités. On n'y observe pas de stratification proprement dite, mais une disposition grossière, et cependant bien visible, des matières par nappes successives; disposition plus distincte qu'à Corneille, moins qu'à Ceyssac, et, comme dans cette dernière roche, voisine de l'horizontalité.

En descendant de Polignac, M. Tournaire a fait remarquer que l'on marchait sur une ancienne alluvion sableuse et cail-

louteuse, formée de débris venant du bassin de la Loire et indiquant un ancien passage de la rivière par cet endroit avant qu'elle prit son écoulement, comme aujourd'hui, par la gorge de Peyredeyre. Cette alluvion, plaquée contre le rocher de Polignac, indique la manière dont a été corrodée et taillée en escarpement cette face du rocher, et il en est de même de l'autre face correspondant à un autre vallon.

On s'est ensuite rendu à Rochelimaque, où l'on a pu observer des brèches volcaniques et les restes d'un ancien cratère. Les brèches renferment des géodes à cristaux. Ce sont des marnes tertiaires bigarrées qui supportent ces amas de débris volcaniques.

A Cussac, la Société a vu des alluvions volcaniques dans lesquelles ont été trouvés de nombreux ossements de mammifères.

On est arrivé bientôt après chez M. Robert et l'on a visité sa collection, après avoir profité de sa gracieuse hospitalité. La Société s'est ensuite dirigée de Cussac vers Vialette, où elle a étudié les tufs volcaniques, qui ont fourni de nombreux ossements de mastodontes; elle est ensuite allée à Ceyssaguet. On s'est rendu de là à Cheyrac, montagne cratériforme, composée de conglomérats semblables à ceux des gisements précédents et semblables aussi, pour la structure et la disposition des matières, à ceux des roches isolées de Polignac, Ceyssac, Corneille, etc. On y observe une disposition très-nette en *nappes à double pente*, d'une part faiblement inclinées vers l'extérieur, sous un angle variable de 20 à 25° au plus, et bien moins là où les matières sont fines; d'autre part plus confuses et plus fortement inclinées vers l'intérieur, sous un angle d'environ 35°.

En résumé, l'intérêt de cette excursion a été surtout d'établir, par les restes variés de mammifères qu'elles renferment, les époques diverses des nombreuses éjections volcaniques boueuses disposées soit en alluvions à peu près horizontales, soit en nappes grossièrement stratifiées et plus ou moins inclinées, accumulées autour des anciennes bouches d'éruption. Nous remontons ainsi des éruptions toutes modernes des derniers volcans du Velay, tels que Denise, etc., aux éruptions des temps quaternaires et tertiaires caractérisés par les diverses faunes ci-dessus mentionnées. Quant aux conglomérats formant les roches isolées de Polignac, Ceyssac, Corneille, Saint-Michel et Espaly, entièrement dépourvus de fossiles, ils paraissent bien clairement antérieurs à toutes ces nappes boueuses épanchées autour d'eux.

M. Lory ajoute à ce compte rendu les considérations suivantes :

La Société géologique me permettra de rappeler, au sujet des conglomérats volcaniques du Velay, quelques analogies qui ont été remarquées par plusieurs de nos confrères, et desquelles il me semble que l'on peut tirer des conséquences assez nettes relativement au mode de formation de ces conglomérats.

Et d'abord ils sont composés entièrement de débris volcaniques, cendres, lapilli, scories, en fragments de toute grosseur ; en un mot, de matières rejetées par les volcans à l'état solide et agglomérées par le simple tassement et l'intervention de l'eau, soit des eaux pluviales seulement, soit d'eaux torrentielles.

Les conglomérats plus solides des roches de Polignac, de Corneille, etc., ne font pas exception : ce sont des types bien connus de *peperino* analogues à ceux des environs de Rome et de Naples. La seule différence importante, au point de vue du gisement, c'est que ces lambeaux isolés de conglomérats volcaniques anciens, de la période tertiaire, ne se rattachent plus visiblement à un appareil volcanique, à un cratère d'éruption plus ou moins bien conservé, comme cela a lieu pour les conglomérats plus récents dans le bassin même du Puy, et comme cela se voit bien mieux encore dans l'Auvergne et dans les localités classiques du Latium et de la Campanie. Mais ici l'identité de structure et de composition me paraît impliquer l'identité de formation, et je crois que l'on doit considérer ces roches de conglomérats anciens du bassin du Puy comme des *témoins*, des restes très-incomplets d'anciens volcans déblayés en très-grande partie par les érosions considérables qui ont eu lieu dans ce bassin. Je ne saurais admettre l'expression de *dyke* appliquée à ces roches isolées de Corneille, de Polignac, etc., par nos savants confrères du Puy ; en d'autres termes, je ne saurais admettre que chacune d'elles représente le remplissage d'une cheminée ouverte dans le terrain tertiaire et comblée d'un seul jet par une matière éruptive qui s'y serait consolidée. Il existe sans doute dans le Velay de véritables *dykes*, et je suis loin de contester l'exemple classique de la Roche-Rouge que la Société doit voir prochainement ; mais je crois que nous y reconnaitrions une tout autre structure et un mode de formation tout différent.

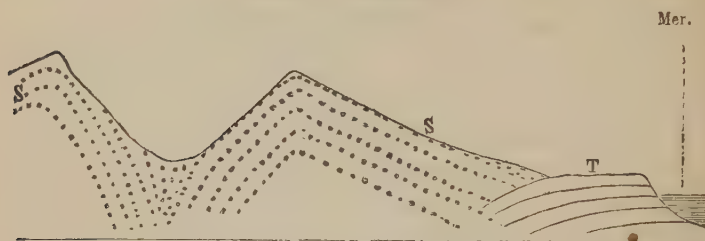
Quant aux roches de *peperino* ancien qui sont ici en question, je ne saurais y voir que des accumulations de matières incohérentes rejetées par une bouche volcanique et agglomérées par voie humide. — L'eau a dû intervenir, et même en grande quantité, dans la formation des parties supérieures du conglomérat de Ceysac, qui sont disposées en nappes à peu près horizontales : ce sont des restes de coulées boueuses superposées. La partie inférieure du même conglomérat, ainsi que celui de Polignac, dans lesquelles il n'y a plus que des indices peu marqués d'une disposition par nappes, représentent des restes de coulées boueuses plus épaisses, dans lesquelles il y avait beaucoup plus de matières solides que d'eau, comme celles que l'on voit encore descendre fréquemment des volcans, ou même comme celles des torrents boueux des Alpes. Pour les roches d'Espaly, de Corneille et de Saint-Michel, où les indices de stratification sont nuls ou fortement inclinés, je serais porté à les considérer comme des lambeaux de conglomérats volcaniques formés plus près d'une bouche d'éruption ; en d'autres termes, comme des restes de parois d'un ou plusieurs cratères complètement démantelés, et dont il ne subsiste plus que ces pans de murailles, pour ainsi dire, qui sont sans liaison apparente entre eux.

La disposition plus ou moins distincte en nappes fortement inclinées, à double pente, vers l'extérieur et vers l'intérieur, est un fait bien connu de la structure des cratères volcaniques, et elle est d'autant plus marquée que l'eau est intervenue pour une plus grande part dans l'arrangement des matières projetées par la bouche d'éruption. C'est la disposition que la Société a constatée aujourd'hui dans le cratère bien conservé de Cheyrac, et qui se voit aussi, plus nettement encore, dans les cratères classiques des champs Phlégréens, comme je m'en suis assuré moi-même en 1853.

Dans le Monte-Nuovo même, malgré la rapidité avec laquelle ce cône a été formé par la projection d'une grande quantité de cendres, de scories et de blocs trachytiques, cette structure est très-visible dans tous les petits ravins qui entament, à l'extérieur et à l'intérieur, les parois de ce cratère. Cette disposition caractéristique des matières projetées par le volcan contraste avec celle des couches du tuf ancien, au milieu desquelles la bouche d'éruption du Monte-Nuovo me paraît s'être ouverte par *effondrement* et non par *soulèvement* ; car on voit ces couches de tuf, sur plusieurs points, s'enfoncer

très-visiblement sous le cône volcanique formé par l'éruption de 1538. L'ensemble des observations que j'ai notées sur les lieux en 1853 donne le profil suivant.

CRATÈRE DU MONTE-NUOVO.



T. Tuf des champs Phlégréens, nettement stratifié, s'enfonçant par suite d'effondrement local, sous le Monte-Nuovo.

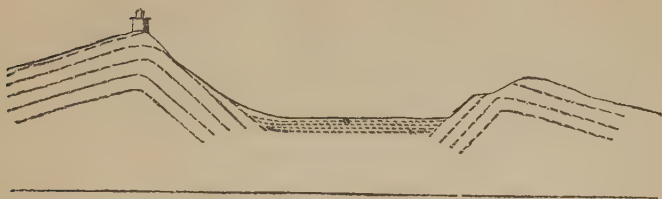
S. Scories et blocs du Monte-Nuovo, éruption de 1538.

Cet arrangement en nappes à double pente est également visible à la Solfatare et dans les ravins du grand cratère d'Astroni. Mais on peut surtout bien l'étudier au point de vue de l'application que je désire en faire aux roches du Puy, dans le cratère plus démantelé du Monte-Barbaro, voisin du Monte-Nuovo.

Cet ancien volcan, dont la formation remonte à une époque non déterminée, est un grand cône tout formé de conglomérat ponceux et trachytique, sans laves ni coulées. Ces conglomérats ou tufs sont régulièrement inclinés vers l'extérieur du cratère, comme on le voit nettement en montant au monastère de San Angelo; mais, en descendant de ce couvent vers l'intérieur, on les voit non moins nettement avec une stratification moins régulière et plus inclinée, sous un angle de 30° environ ou même un peu plus, plonger vers le centre du cratère. Celui-ci est comblé par les alluvions séculaires des ruisseaux descendus de ses flancs, et il présente une vaste plaine cultivée. Mais à l'autre bout du diamètre partant de San Angelo, il y a un *ruz* ouvert dans le tuf, par lequel on sort de cette enceinte. Là on voit encore nettement la double pente des nappes de ce conglomérat, inclinées fortement vers l'intérieur du cratère, et plus faiblement, plus régulièrement, sur sa pente extérieure.

CRATÈRE DU MONTE-BARBARO.

S. Angelo.



Je serais porté à considérer chacun des divers lambeaux de conglomérats volcaniques anciens des environs du Puy comme ayant fait partie des parois intérieures ou des pentes extérieures d'un cratère de ce genre. Le rocher Corneille, qui montre, surtout dans le haut, un arrangement en nappes modérément inclinées vers le midi, vers la ville du Puy, représenterait un lambeau des matières accumulées sur le bord extérieur d'un cratère, par-dessus le terrain tertiaire, au milieu duquel ce cratère s'était ouvert. L'aiguille Saint-Michel, composée de débris plus confusément entassés, sans indices de stratification ou ne montrant que des traces peu nettes de nappes fortement inclinées, représenterait un reste de l'intérieur du même cratère; et cela d'autant mieux que le conglomérat n'y paraît pas reposer sur un rebord de terrain tertiaire, qu'il descend, au-dessous du sol actuel de la vallée, à une profondeur inconnue, et qu'il paraît traversé à peu près verticalement par des filons de basalte comparables aux filons de lave de la Somma, etc.

Le petit rocher du château d'Espaly, dont la structure est également confuse, aurait une origine analogue et indiquerait une partie de l'emplacement d'un cratère très-voisin du précédent; tandis que les roches de Polignac et de Ceyssac nous sembleraient être des lambeaux des pentes extérieures d'autres volcans, assez distantes des bouches d'éruption.

Il est évident que le bassin du Puy a subi des érosions énormes depuis la formation de ces conglomérats; et ces érosions ont dû entraîner la majeure partie des accumulations volcaniques anciennes avant de corroder le terrain tertiaire même. Ce n'est que par suite de circonstances protectrices spéciales et toutes locales que des lambeaux de ces anciens conglomérats ont été conservés. L'emplacement des bouches d'éruption qui en ont fourni les matériaux a été déterminé par des

déchirures profondes, des *failles* dans le terrain tertiaire, que M. l'ingénieur Tournaire nous a signalées sur sa carte géologique ; ces mêmes failles ont déterminé la position des vallées d'érosion creusées depuis ; et c'est ce qui explique la position singulière de ces conglomérats dans les vallées mêmes et pourquoi il n'en reste que des lambeaux extrêmement incomplets et épars.

M. Lecoq présente quelques observations :

Les opinions que M. Lory vient d'exposer d'une manière si heureuse se rapprochent beaucoup de celles que professait Bertrand de Doue. Cependant M. Lecoq, d'après les phénomènes observés loin des environs du Puy, admet volontiers que les filons de basalte et les brèches de la Haute-Loire sont sortis sur place d'une manière indépendante. Il pense qu'après l'examen de la Roche-Rouge, cette opinion sera partagée par ses confrères.

M. Lory croit que les deux opinions peuvent s'allier en admettant de nombreux points d'émission, ainsi qu'il l'a exposé lui-même.

Il existe en effet plusieurs masses qui semblent solitaires et qu'il est impossible de rattacher à d'autres masses voisines ; mais ce n'est pas le cas de Saint-Michel auquel la dénomination de dyke ne peut guère être appliquée.

M. Lecoq rend compte de l'excursion qu'il a faite au lac du Bouchet avec M. le professeur Morière, de Caen.

Le Lac du Bouchet,
par M. Lecoq.

A peine a-t-on quitté la ville du Puy que l'on monte par la route de Pradelles, et bientôt on abandonne tout à fait le terrain tertiaire pour entrer sur le sol volcanique que l'on ne quitte plus jusqu'au lac du Bouchet.

On rencontre évidemment d'anciens basaltes, mais la plupart des laves sur lesquelles on marche proviennent de nombreux cônes de scories qui sont alignés ou dispersés sur le

vaste plateau de Costaros. Presque tous ces cônes, dont les uns sont nus et d'autres couverts de pins, ont produit des coulées qui se sont déversées sur les deux pentes du sol et qui souvent se sont mêlées ou superposées de telle sorte qu'il est parfois difficile de rendre à chacun de ces points éruptifs les produits qui lui appartiennent.

Le lac du Bouchet est à 14 ou 15 kilom. du Puy; on y arrive soit par Costaros, soit par Cayres. Son altitude est de 1197 mètres.

Il occupe un vaste cratère dont le diamètre, au niveau de l'eau, est de 900 mètres. Il a donc près de 3 kilomètres de circonférence. Sa profondeur paraît être de 27 mètres. On peut en faire le tour sur le bord de l'eau, au moyen d'un joli chemin récemment tracé au même niveau. On remarque alors que les vagues roulent sur le bord une multitude de petits fragments de laves et de scories.

La dépression qui contient l'eau est entourée de pentes adoucies et non abruptes comme celles du lac Pavin. On aperçoit sous l'eau la continuation de ce plan peu incliné, puis tout à coup le terrain manque et le gouffre commence, comme cela se présente, avec des caractères moins marqués au lac Pavin.

Le vaste cratère du Bouchet a ses bords couverts de pelouse gracieusement émaillée par les fleurs des œillets, des gentianes, des euphraises, des pédiculaires et de toutes ces jolies plantes des montagnes qui descendent jusque sur ses rives.

Sur plusieurs points du contour, la pelouse est déchirée et l'on voit partout des roches qui font saillie et qui sont principalement composées de fragments de lave et de scories agglutinées. Ailleurs, ce sont seulement des pouzzolanes, mais tout est volcanique, tout est brûlé, scoriacé, et il ne reste aucun doute sur la présence de l'un de ces grands cratères d'explosion que l'on observe sur divers points du plateau central.

Si ce cratère était complètement rempli d'eau, le lac aurait au moins 2 kilomètres de diamètre. Il s'en faut de beaucoup, comme nous l'avons vu, qu'il en soit ainsi; mais, chose remarquable, la surface du lac reste constamment au même niveau, et c'est à peine s'il existe une différence de 30 à 40 centimètres entre la plus grande et la plus petite élévation des eaux.

Le 15 septembre 1869, jour où nous l'avons visité, les eaux étaient un peu au-dessous du niveau moyen, à cause de la sé-

cheresse prolongée que subissait alors cette partie de la France.

Un autre phénomène assez curieux que présente ce lac, c'est que nulle part on n'y voit pénétrer le moindre filet d'eau, et nulle part, on n'aperçoit la moindre trace d'écoulement. On conçoit en effet que le trop plein puisse s'infiltrer à travers les bords scoriacés du cratère; mais il faut admettre des sources intérieures et abondantes au-dessous de la surface de l'eau. Cette eau est pure et bleue, à surface ridée, miroitante ou à lames clapotantes sous l'impulsion du vent; elle se renouvelle nécessairement. On y voit submergées des renoncules aquatiques qui fleurissent sous l'eau, et dont chaque fleur contient, avant l'épanouissement, une bulle d'air sécrétée par elle. On y voit des truites qui s'y développent très-bien, et notamment la grande truite des lacs, propagée par un établissement de pisciculture élégamment construit, mais qui laisse beaucoup à désirer au point de vue pratique.

Il est curieux que les mêmes superstitions qui s'appliquent au lac Pavin se retrouvent au lac du Bouchet. Avant que le petit bateau de la pisciculture se soit aventuré sur le lac, on était bien persuadé qu'un tourbillon situé au milieu entraînerait l'imprudent qui oserait tenter ce périlleux voyage, et qu'une pierre lancée dans ce gouffre en soulèverait l'orage et la tempête.

Le lac du Bouchet n'en est pas moins une charmante promenade. Il faut du Puy deux heures pour l'atteindre, soit comme nous l'avons dit, par Costaros ou par Cayres.

Nous recommandons cette dernière voie comme plus facile; elle permet du reste d'arriver en voiture jusqu'à l'établissement de pisciculture qui touche le bord de l'eau.

M. le Président donne lecture de l'ordre du jour du jeudi et du vendredi.

La séance est levée à dix heures et demie.

CINQUIÈME SÉANCE.

VENDREDI 17 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte dans une des salles du musée Crozatier, à 9 heures du soir, sous la présidence de M. Vinay.

Le procès-verbal de la séance précédente est mis aux voix et adopté.

M. le Président proclame l'admission de MM. Isidore Hedde, Gillet-Paris, Fouilhoux.

M. Lory expose les travaux de la Société, durant les deux journées de l'excursion au Mezenc.

Courses des 16 et 17 septembre ; par M. Lory.

La Société s'est rendue en voiture à la *Roche-Rouge*, exemple célèbre et incontestable d'un vrai *dyke* ; (voir pour la description *Poulett Scrope*, trad. *Vimont*, p. 186) dont l'épaisseur moyenne est de 10 mètres et qui constitue une saillie au milieu du granite *désagréé*, (mais non *altéré* par le contact de la roche éruptive) surgissant ainsi sur une hauteur d'environ 20 mètres. C'est le renflement local d'un filon basaltique qu'on peut suivre de part et d'autre, encaissé dans le granite et courant N. O., S. E. (?). Le basalte est compacte et montre une division en prismes horizontaux, dans le milieu du filon ; plus près des parois, le basalte devient cellulaire, et renferme des vacuoles remplies de zéolithes ; enfin aux salbandes, il est en fragments broyés et réagglutinés constituant une *brèche de froissement* bien caractérisée. Cette structure de *brèche* n'a aucune analogie avec celle des conglomérats de Corneille, Saint-Michel, etc.

De la Roche-Rouge la Société s'est portée à l'Herm, où elle avait à observer un terrain de transport argilo-sableux, et plus ou moins bariolé de nuances ferrugineuses jaunes ou rouges, avec de gros galets dont beaucoup sont calcaires et étrangers à tous les terrains connus jusqu'ici en place dans la Haute-Loire. Dans ces galets, M. Vinay a trouvé des fossiles qui démontrent qu'ils proviennent du terrain *jurassique*. Guidés par lui, les

membres de la Société ont pu, en peu de temps, en recueillir d'assez nombreux échantillons. Ces fossiles : *Am. Parkinsoni*, *A. oolithicus*, etc.; *Belemnites*, *Posidonomya*, etc., appartiennent à l'oolite inférieure, et se forment dans un calcaire jaunâtre, siliceux, ou dans de véritables *chailles*.

Par leurs caractères pétrographiques et par les fossiles nombreux qu'ils renferment, ces galets jurassiques rappellent l'oolite inférieure du Lyonnais plutôt que celle de l'Ardèche ou de la Lozère. M. Gruner a fait remarquer immédiatement, sur les lieux, l'analogie de ces dépôts d'argiles, de sables et de galets avec l'étage supérieur du terrain tertiaire de la Loire, aux environs de Feurs et de Roanne, lequel se lie directement aux argiles et sables supérieurs de l'Allier, du Cher et de la Sologne (1). Tous ces dépôts paraissent devoir être attribués à une extension de la mer des *faluns de la Touraine* dans les bassins actuels de la Loire et de ses affluents, à la suite d'un affaissement très-étendu de cette région. Les faits constatés maintenant dans ces points élevés de la Haute-Loire conduisent à étendre de beaucoup l'amplitude de cet affaissement. Cependant il nous semble probable que la mer des faluns n'a pas atteint la ligne de séparation actuelle de la Loire et du Rhône. Le lambeau miocène supérieur ou *falunien* de l'Herm marquerait l'extrémité méridionale d'un golfe qui communiquait au nord-ouest avec la mer des faluns de Touraine et non pas au sud-est avec la mer de la Mollasse.

Dans le Forez, les dépôts correspondants ont le caractère de *cordons littoraux*, et les gros galets qu'ils renferment proviennent de roches peu éloignées (Gruner). Il a dû en être ainsi pour les gros galets jurassiques de l'Herm, et il est à supposer qu'ils proviennent de quelque lambeau de terrain jurassique qui subsistait encore dans cette région, et qui aurait été complètement détruit par l'érosion. Cependant, il n'est pas impossible qu'on en retrouve encore quelques restes en place, et nous devons applaudir aux recherches que nos confrères du Puy ont fait et se proposent de faire encore pour constater ce fait si intéressant de l'ancienne extension de la mer *falunienne*, et peut-être aussi de la mer *jurassique* sur ces points, où l'on avait jusqu'ici été porté à croire qu'elles n'avaient pas pénétré, et dont l'altitude atteste

(1) Gruner, *Desc. géol. du département de la Loire*, p. 619-623.

les changements énormes survenus dans le relief du pays depuis la période miocène.

La Société est ensuite montée sur le plateau du Mont et a été déjeuner au village du Monastier, d'où elle s'est dirigée ensuite vers le Mézenc.

On a d'abord rencontré les Sucs de Breysse, vastes cratères à scories et pouzzolanes, très-bien conservés.

La Société a abordé ensuite à Freycenet-la-Cuche, le grand massif phonolithique de Mézenc, le *pays des phonolithes* (Forbes). Nulle part, en effet, ce genre de roches ne présente plus de variétés de structure. Ce sont des *phonolithes* avec grands cristaux de feldspath vitreux ; des phonolithes à grains cristallins ; des phonolithes *mouchetés*, etc. Le Mézenc et les autres sommets phonolithiques semblent des lambeaux découpés d'une même grande coulée reposant sur le granite. (Voir *Poulett Scrope*.)

Sur quelques points, on remarque, à la base, des roches scoriacées marquées sur la carte géologique de M. Tournaire et signalées par lui à la Société, dans le trajet, en passant au pied du mont Tourte.

Ce n'est qu'à la tombée de la nuit que la Société est parvenue au village *les Etables* (1,356 mètres) établi sur un plateau granitique très-élevé, supportant les masses phonolithiques ; le granite restant caché généralement sous une épaisse végétation de bruyère ; le phonolithe surgissant en masses à peu près dénudées de végétation. On trouve dans les murs du cimetière des Etables des pierres jurassiques *taillées*, contenant des *Gryphées arquées*, et d'une provenance inconnue (1).

Le village des Etables est au pied du Mézenc, dont on devait faire l'ascension le lendemain matin au point du jour. Par les soins de M. Vinay, la Société a pu trouver l'hospitalité la plus empressée dans la maison forestière du Mézenc, où l'on est parvenu très-tard.

Le lendemain, la Société a fait l'ascension du Mézenc, de manière à assister au lever du soleil, du sommet de cette montagne. Elle a été récompensée de ses peines par la vue d'un

(1) En passant, on a recueilli le renseignement que le village avait été bâti en grande partie avec les matériaux de la Chartreuse de Bonnefoy, située à peu de distance, sur le versant de l'Ardèche ; il me paraît probable que ces pierres jurassiques doivent en venir, et que les Chartreux les avaient tirées de l'Ardèche et non de la Haute-Loire.

splendide panorama des Alpes; le plus beau coup d'œil d'ensemble sur les Alpes, depuis le mont Blanc jusqu'au mont Viso.

La descente s'est ensuite effectuée vers le lac de Saint-Front, où l'on a été rejoint par une partie des membres qui avaient, sous la conduite de M. Robert, été visiter un terrain de transport probablement analogue à celui de l'Herm.

La Société a regagné ensuite le Puy en voiture, en traversant la chaîne du Mégal, à Boussoulet et passant à côté des trachytes de la Pradette.

M. Morière fait la communication suivante :

Parmi les faits signalés par les géologues du Puy aux membres de la Société géologique de France, il faut citer, comme un des plus remarquables, l'existence dans la vallée de l'Herm de galets calcaréo-siliceux, contenant des fossiles marins. La présence de débris marins n'avait pas encore été signalée dans le bassin du Puy, et c'est à M. Vinay, aussi perspicace géologue qu'administrateur habile, que l'on doit cette découverte.

Dans l'excursion que nous avons faite hier matin, M. Vinay nous a montré une grande quantité de ces galets disséminés à la surface du sol, dans des champs de terre labourée; puis il nous les a fait apercevoir dans plusieurs tranchées de cette argile bigarrée si commune dans le département, et qui est presque toujours mélangée avec des terrains sableux tertiaires. Tantôt ces galets sont disposés d'une manière très-irrégulière dans la masse argilo-sableuse, tantôt ils forment des cordons à diverses hauteurs. — Évidemment les eaux qui ont entraîné ces galets ont en même temps charrié l'argile et les sables. Selon toute probabilité, ces argiles qui se retrouvent en Auvergne proviennent de la décomposition et du lavage des terrains primitifs, et leur mélange avec les sables tertiaires indique l'époque où ces lavages ont eu lieu.

Quant aux galets calcaréo-siliceux contenant des débris marins, ils offrent deux problèmes à résoudre. On doit se demander : 1° Quelle est leur origine; 2° Déterminer ensuite l'âge de la roche dont ils faisaient partie.

Ces galets peuvent avoir été détachés de terrains qui sont encore en place aujourd'hui, ou bien provenir de lambeaux de terrains marins qui ont complètement disparu, entraînés qu'ils ont été par les eaux qui charriaient les argiles des terrains primitifs.

En consultant la carte géologique de la France, on voit que la bande jurassique la plus rapprochée du Puy est celle du département de l'Ardèche, et les galets que nous avons été à même d'examiner offriraient une forme plus arrondie s'ils provenaient d'un point si éloigné. — Il nous paraît plus naturel de supposer que sur des hauteurs plus rapprochées, sur celles qui se trouvent aux environs de Mézenc, par exemple, se trouvaient quelques fragments de terrain marin que les eaux auraient fait disparaître en les entraînant dans le lit qu'elles ont parcouru. Ceux de nos confrères qui, plus heureux et plus courageux que nous ont fait l'ascension du Mézenc, ont peut-être pu suivre cette traînée de galets et remonter jusqu'à leur origine.

Quant à l'âge du terrain dont ces galets faisaient partie, nous aurions eu besoin pour nous prononcer à cet égard d'une manière certaine, de réunir des éléments qui nous ont manqué, de visiter surtout les échantillons que renferme l'intéressante collection de M. le maire du Puy. Nous devons dire toutefois que l'ensemble des fossiles qui ont été trouvés dans l'excursion, soit par nos collègues, soit par nous, paraît dénoter une couche appartenant à la *partie supérieure du lias* ou à la *partie inférieure de l'oolite inférieure*.

Un de nos savants confrères, notre honorable vice-président M. Lory, qui connaît parfaitement la géologie de l'Ardèche et qui vient de faire l'ascension du Mézenc, sera certainement à même de compléter les renseignements trop sommaires que je viens d'avoir l'honneur de vous présenter.

Quoi qu'il en soit de l'origine et de l'âge des galets de la vallée de l'Herm, la découverte de M. Vinay est certainement des plus curieuses, et elle vient s'ajouter aux preuves nombreuses que nous a données M. le maire pendant cette si agréable session, de ses profondes connaissances en géologie, qui ont été toujours accompagnées d'une complaisance inépuisable pour ses collègues.

À propos des couches à Chailles des environs de l'Herm, signalées par M. le Président Vinay, et que les membres de la Société ont pu étudier naguère, M. Gruner présente les observations suivantes :

Dans le programme des courses, les divers terrains lacustres des environs du Puy ont été divisés de la manière suivante :

- 1° Grès et arkoses à empreintes végétales;
- 2° Marnes et argiles bigarrées;
- 3° Marnes gypseuses;
- 4° Calcaires marneux de Ronzon.

Lorsqu'on rapproche cette division des étages géologiques ordinaires, tout le monde admet, d'après les fossiles, que les trois premiers numéros sont *éocènes*, et le quatrième miocène inférieur (*Tongrien*). Cela ressort des travaux de MM. Pomel et d'Archiac (1).

Or, ces mêmes étages se retrouvent dans les plaines du Forez et de Roanne (vallée de la Loire), et aussi dans la Limagne. Le calcaire de Ronzon s'y retrouve avec les mêmes fossiles et les mêmes caractères; et *au-dessous* viennent surtout les argiles *bigarrées*, trouvées dans le trou de sonde de Roanne, sur une épaisseur de plus de 200 mètres. Les gypses y manquent cependant, et les grès arkoses n'ont pas été atteints, parce qu'on n'est pas arrivé, dans ce trou de sonde, à la base du terrain tertiaire. Ces mêmes argiles bigarrées ont été trouvées aussi, sur 223 mètres, dans le trou de sonde de Lempdes, entre Brioude et Brassac (*Description du bassin houiller de Brassac*, par M. Baudin, p. 74). Mais, dans la Loire et dans la Limagne, il existe, *au-dessus* du calcaire *Tongrien*, un dernier étage tertiaire qui se rattache directement aux *sables de la Sologne*, classés par MM. d'Archiac, Pomel et Lecoq, dans le *Falunien* ou miocène supérieur (2).

Cet étage supérieur est partout *argilo-sableux* et souvent *cail-louteux*. Dans la Loire, il ne renferme pas de fossiles, mais il est toujours superposé au calcaire lacustre et *déborde* ce dernier, de façon à recouvrir souvent directement, sur les bords du bassin tertiaire, les terrains primaires et secondaires. On le poursuit, tout le long du plateau central, au travers des départements du Cher, de l'Indre, de la Vienne, etc. Il s'élève, dans la Loire, à 100 mètres plus haut que le terrain calcaire lacustre, et, dans la Vienne, à 50 mètres.

Or, ce terrain existe aussi dans la Haute-Loire, mais on l'a confondu, je crois, avec l'étage des argiles bigarrées, dont il diffère pourtant essentiellement. C'est ce terrain que nous avons

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome I et III; *Histoire de la Géologie*, tome II, p. 656 à 658.

(2) *Histoire de la Géologie*, tome II, p. 517; *Bulletin de la Société géologique*, tome I, p. 595, et tome III, p. 364.

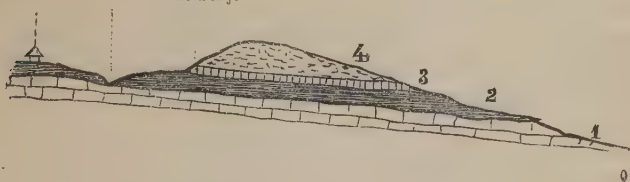
vu à l'Herm et sur plusieurs autres points dans notre course au Mezenc. Il se compose de sables argilo-caillouteux, rouges, blancs, jaunes ou verts, mais surtout rouges, et il est couronné par une assise caillouteuse, dont les éléments sont d'autant plus gros et moins roulés que le dépôt est plus voisin des bords du bassin. C'est le cas de ces galets jurassiques, à demi-roulés, que nous avons rencontrés à l'Herm et ailleurs. Ce sont des débris d'un terrain jurassique remanié et disloqué sur place. Or, comme le prouvent les exemples que je vais citer, c'est précisément aussi le cas dans le département de la Loire. Auparavant, je dois seulement vous faire remarquer que ces sables rouges n'ont que la *couleur* de commun avec les argiles bigarrées inférieures. Ces dernières sont des *argiles* proprement dites, alternant avec des *marnes* et surmontées par le calcaire de Ronzon; tandis que le terrain supérieur se compose de *sables caillouteux*, où l'on ne rencontre ni calcaire, ni marne, et qui s'étend toujours *au delà* et bien *au-dessus* du niveau du calcaire lacustre. C'est une formation indépendante *postérieure*, mais qui a pourtant précédé la période pliocène des trachytes et des basaltes. Sa puissance, dans la Loire, est de 20 à 25 mètres.

J'ai discuté longuement toutes ces questions dans ma description géologique de la Loire. Maintenant je vais citer quelques coupes :

Voici celle des carrières à chaux hydraulique de Sury, dans le Forez, calcaires qui correspondent à ceux de Ronzon (p. 639 de mon ouvrage).

Aubigny. La mare R. Carrière
Ouest. de Sury.

Est.



4. Sables rouges supérieurs, 10 à 12 mètres.
3. Calcaire siliceux, 0m,55.
2. Argiles vertes et blanches, 4 à 5 mètres.
1. Calcaire exploité, 2m à 2m,50.
0. Argile sableuse verdâtre.

Au dessous, un trou de sonde de 40 mètres montre des alternances de calcaire, argiles et marnes.

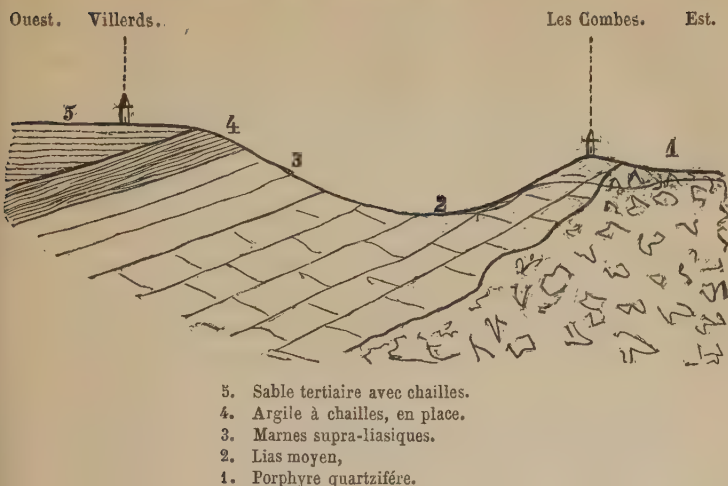
Les sables supérieurs débordent le calcaire et reposent directement sur le granite (p. 643). Ainsi, à la côte de Barin, près Marcilly (Forez), on voit la coupe suivante :



J'ajouterai encore la coupe suivante, observée à Urbize, dans la plaine de Roanne (p. 658).



Enfin, sur la rive opposée de la Loire (droite), entre Roanne et Charlieu, on trouve partout le terrain tertiaire supérieur, formé par le remaniement de l'oolithe inférieure, *le calcaire et les argiles à jaspes ou Chailles*; et alors on rencontre, dans le dépôt tertiaire, comme à l'Herm, de nombreux et très-gros blocs moulés ou émoussés de Chailles.



5. Sable tertiaire avec chailles.
4. Argile à chailles, en place.
3. Marnes supra-liasiques.
2. Lias moyen,
1. Porphyre quartzifère.

En rapprochant ces exemples, et beaucoup d'autres pareils, observés dans la Loire, l'Allier, le Cher, l'Indre et la Vienne, de ce que nous avons vu à l'Herm, j'ai dû conclure que ce dépôt de l'Herm appartient au même étage et que les Chailles proviennent d'un lambeau jurassique (oolithe inférieure), disloqué et remanié sur place.

Et, en terminant, j'observerai encore que ce manteau jurassique ne doit pas étonner, car j'ai prouvé précisément aussi que le plateau central s'est affaissé jusqu'à la fin de la période des argiles et calcaires à Chailles, pour se relever ensuite, de sorte que l'oolithe inférieure déborde partout, sur le pourtour du plateau central, soit les marnes supra-liasiques, soit le reste du terrain oolithique (*Description géologique de la Loire*, p. 566, 568).

Ainsi, au-dessus du calcaire de Ronzon, il y a comme ailleurs, autour du plateau central, un dépôt supérieur graveleux, antérieur aux trachytes, et formé en partie aux dépens de l'oolithe inférieure; dépôt tertiaire qui paraît coïncider avec le falunien de d'Orbigny, mais de nature *lacustre*. Les lacs ont dû se vider précisément sous l'action du soulèvement général qui a précédé et accompagné la première arrivée au jour des trachytes et des basaltes du plateau central.

M. Aymard demande la parole. Il rend hommage à l'impartialité avec laquelle M. Lory vient de reconnaître le

mode de formation de la Roche-Rouge. Pour M. Aymard, le même phénomène a présidé à la formation des roches basaltiques de Saint-Michel et de Corneille. Peut-être trouvera-t-on enfin une explication définitive en poussant une galerie au pied de Corneille.

La séance est terminée à 11 heures par divers chœurs exécutés avec beaucoup d'entrain par l'orphéon de la ville du Puy, et après la lecture d'une remarquable pièce de poésie adressée par M. Aimé Giron aux membres de la Société géologique.

SIXIÈME SÉANCE.

SAMEDI 18 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte à huit heures et demie sous la présidence de M. Vinay.

En l'absence de M. Lecoq, le doyen d'âge des géologues présents est prié d'occuper le fauteuil de la vice-présidence.

Le procès-verbal de la séance précédente est mis aux voix et adopté.

M. le Président annonce la présentation de :

MM. A. JACOTIN, présenté par MM. de Billy et Vinay.

L'abbé BOISSONNADE, professeur au petit séminaire de Chirat (Lozère), présenté par MM. de Fréminville et Fabre

M. Delanoüe demande la parole et lit la note suivante :

De la formation de certaines roches volcaniques du Puy-en-Velay ;
par M. J. Delanoüe.

On m'a fait l'honneur de me demander mon opinion sur certaines théories volcaniques et particulièrement sur les roches isolées de Corneille, Saint-Michel, Ceyssac, Polignac, et la *Roche-Rouge*. Je vais tâcher de répondre de mon mieux.

Il existe en géologie une excellente méthode qui consiste à rechercher dans les faits et les causes actuelles l'explication des phénomènes géologiques anciens. Ainsi, par exemple, si les glaciers n'eussent pas existé, de nos jours, MM. de Charpentier, Agassiz, Collomb, etc., n'auraient jamais pu, malgré toute leur perspicacité, deviner à quelle cause sont dus les blocs erratiques, les anciennes moraines, les roches polies et striées. Il en est à peu près de même des formations volcaniques que nous avons sous les yeux. Il serait impossible de les comprendre, si nous n'avions pas encore aujourd'hui des contrées où les cratères sont restés en activité. C'est donc à ces volcans vivants qu'il faut aller demander les secrets des volcans éteints.

C'est l'émission seule des gaz et des vapeurs qui a commencé vers l'époque miocène la formation des véritables cratères. C'est leur éruption, plus ou moins soudaine, qui, de nos jours encore, produit de formidables explosions et projette dans les airs une immense quantité de roches et de cendres de toute grosseur, depuis la poussière la plus fine jusqu'aux blocs les plus volumineux. Cendres, lapilli, roches rejetées, etc., s'étendent au loin, mais s'accumulent surtout autour de l'orifice pour y former les cônes des cratères. Des courants de lave, de véritables fleuves de feu, précèdent ou suivent ces pluies de feu. Ils s'épanchent plus souvent du pied que du sommet des cratères; ils vont, dans tous les cas, remplir soit les vallées, soit les fentes produites par les ébranlements du sol. Si la roche encaissée est, comme à la *Roche-Rouge*, un granite altérable, la coulée volcanique inaltérée forme saillie à la longue et constitue un véritable dycke. Sur ce point, nous sommes tous d'accord.

Les produits pulvérulents des cratères anciens et modernes, sont donc tous dus exclusivement à des formations atmosphériques, c'est-à-dire à ces éruptions gazeuses qui n'ont apparu qu'avec la période volcanique proprement dite et se sont continués jusqu'à nos jours. C'est ainsi que j'ai eu la faveur de voir au Vésuve la magnifique éruption gazeuse du 1^{er} avril 1835, qui m'a laissé d'ineffaçables souvenirs. Elle a brusquement débuté à sept heures du soir par d'épouvantables détonations accompagnées chaque fois de projections de matières en ignition. Ces explosions, de plus en plus fortes et plus fréquentes, ont alors formé une gerbe éblouissante et continue, d'où retombait tout autour, en pluie de feu, un déluge de

lapilli et de blocs incandescents. Par-dessus, bien haut, flottait un gigantesque panache blanc qui retombait en nuée sombre sur Caprée et bien au delà. C'était une pluie de cendres noires, dont je garde encore un échantillon. On fuyait alors de Resina, de Portici, de Torre-del-greco. Mais bientôt tout danger avait cessé; au bout d'une heure et demie le feu d'artifice était éteint; le gazomètre de Vulcain était vidé. Des explosions lumineuses et de plus en plus rares interrompirent de temps en temps encore, le silence et l'obscurité; puis tout fut fini. Deux jours après, nous allions, L. Pilla et moi, contempler, du haut du cratère, l'immense quantité de matières qu'il avait vomies, et il y en avait assez, je vous assure, pour ensevelir la ville du Puy. Ces produits incohérents, se soudent souvent entre eux, soit immédiatement, parce qu'ils sont encore à demi fondus, soit à la longue par une infiltration ultérieure de calcaire, d'aragonite et surtout de silicates alcalins. C'est ce qu'on voit bien clairement en Italie, comme dans le Velay. Prenons pour exemple les produits d'une autre éruption gazeuze, celle de l'an 79 de J. C., la plus formidable dont l'histoire ait gardé le souvenir, et que Pline le jeune nous a si admirablement dépeinte dans ses deux lettres à Tacite (1).

On savait bien, à cette époque, que plusieurs grandes éruptions avaient déjà eu lieu au Vésuve-Somma, car Pluton y était adoré sous le nom de *Vesuvius* et de *Summanus exsuperantissimus*; mais depuis la dernière éruption (un siècle, dit-on, avant la fondation de Rome), la mystérieuse montagne sommeillait et l'on ne s'en méfiait plus. Elle avait même attiré et enrichi par la fertilité de ses cendres une heureuse population, qui fourmillait tout autour, dans de belles campagnes et d'opulentes cités. Herculanium et Pompéia étaient venues imprudemment s'asseoir à ses pieds, sur des coulées de lave (2). De temps à autre, il est vrai, de violents tremblements de terre secouaient la Campanie. La plupart des édifices de Pompéia furent ainsi disloqués ou renversés, le 5 février 63 de J. C., au moment même où Néron chantait sur le théâtre de Naples, sans pour cela s'interrompre.

Mais ce fut seulement le 23 novembre 79 qu'une épouvantable éruption gazeuze vomit dans les airs, pendant trois jours, avec d'épouvantables mugissements, cette prodigieuse quan-

(1) Livre VI, épîtres 6 et 20.

(2) Lave amphigénique (leucitophyre).

tité de lapilli et de cendres brûlantes qui ensevelirent sous un funèbre et lourd linceul Pompeia, Herculaneum, Retina, Stabia, Oplonte, Teggiano, Taurianova, Vesuvius et une partie de la Campanie. Il n'y eut nulle part de coulée de lave, mais partout un épais et uniforme manteau de cendres et de lapilli de toute grosseur, fort mal stratifiés. Ce dépôt est resté jusqu'à ce jour meuble et incohérent à Pompéïa; tandis que des infiltrations postérieures l'ont aggloméré et durci à Herculaneum. Si ces deux villes fossiles avaient été exposées à de grandes érosions, le dépôt pulvérulent de Pompéïa aurait disparu, tandis que le conglomérat durci d'Herculaneum serait resté intact, isolé au milieu de la dénudation générale, comme le sont les rochers de Corneille, de Saint-Michel, de Ceyssac et de Polignac.

Ces roches volcaniques du Puy et d'Herculaneum ont la même composition minéralogique. Ils offrent l'une et l'autre des mélanges irréguliers, durcis et mal stratifiés de cendres, lapilli et roches rejetées de toute grosseur. Nous avons tous constaté la présence de véritable lave intercalée dans le conglomérat de Saint-Michel, sans pouvoir concilier ce fait avec les hypothèses proposées d'éjaculation boueuse, de brèche, de dyke, etc. Cette alternance de lave et de cendres ou lapilli est, au contraire, le fait ordinaire et général; il n'y a pas autre chose dans tous les volcans. Quant à la stratification si inclinée, si anormale de cette lave à Saint-Michel (ou Corneille), elle est probablement due à l'inclinaison ultérieure qu'a dû prendre ce pic, sans appui dans la vallée, et sans racine sur un terrain peu solide.

Quiconque a vu les tufs volcaniques de Rome et de Naples, ces masses gigantesques de conglomérats, anciens et modernes, tantôt durs, intacts, et tantôt meubles et ravinés, ne peut admettre aucun doute sur leur complète analogie avec les roches isolées du Puy. Ces roches de Saint-Michel, Corneille, Ceyssac et Polignac ne sont donc que les parties les plus solides, les restes, les témoins d'une seule et même grande formation atmosphérique cinériforme enlevée par les eaux. Quant à la *Roche-Rouge*, nos confrères du Puy l'ont toujours regardée comme un dyke basaltique et, sur ce point, tout le monde est d'accord avec eux.

Je me permettrai, en terminant, de soumettre une observation aux naturalistes de la localité. Les cheminées volcaniques peuvent être assimilées à des trous de sonde naturels par lesquels les éruptions gazeuses nous envoient des échantillons de

toutes les roches traversées. On l'a bien compris à Naples, où l'on a formé, depuis longues années, une collection complète et immense de tous les minéraux et roches rejetés par les cratères des environs.

Il serait fort important qu'une étude analogue fût entreprise par nos savants confrères du Puy qui ont déjà fait preuve de tant de zèle et de sagacité dans l'art de colliger. C'est ainsi qu'ils pourront nous donner la série complète de leurs terrains supra-granitiques et surtout infra-granitiques, s'il y en a.

M. Aymard présente quelques observations en réponse à la note de M. J. Delanoüe.

M. Aymard ne pense pas que les phénomènes actuels puissent expliquer toutes les formations volcaniques anciennes. Il rappelle que le mode d'apparition des trachytes demeure en dehors de tous les faits observés de nos jours.

Il ne croit pas enfin à l'existence des brèches analogues à celles des environs du Puy dans les volcans en activité.

Après avoir rappelé la constitution des conglomérats et des laves de l'Italie, il insiste sur ce fait que la brèche de Corneille s'enfonce dans le sous-sol.

Il persiste donc, jusqu'à plus exactes observations, à la considérer comme s'étant fait jour sur place. Il pense qu'il suffirait d'une galerie creusée au pied de Corneille pour décider la question.

M. Grüner demande la parole.

Après avoir défini le mot brèche, M. Grüner déclare que ce terme ne lui semble pas pouvoir s'appliquer à Corneille. M. Grüner a pu distinctement reconnaître des traces de stratification. Corneille serait sans doute plus exactement défini par le terme de tuf basaltique.

La masse de la Roche-Rouge est constituée par un basalte compacte dont les bords empâtent de nombreux fragments brisés (conglomérat de frottement). Mais on ne peut certainement pas considérer Corneille et la *Roche-Rouge* comme de même nature et de même formation. Corneille présente un caractère franchement sédimentaire; on ne peut comprendre autrement la stratification de sa masse. M. Aymard pense qu'une galerie poussée au pied de Corneille pourrait résoudre

la question. M. Gruner regrette de ne pas partager l'avis du savant géologue du Puy.

Il se peut fort bien que la roche soit renversée par une faille et qu'elle s'enfonce profondément dans le sous-sol. C'est même là une hypothèse très-plausible.

En résumé, M. Gruner pense que les divers dykes des abords du Puy sont de véritables tufs basaltiques, et que leur isolement est dû à des failles d'abord, à l'érosion ensuite.

M. de Rozemond pense que tout le monde est à peu près d'accord pour reconnaître que Saint-Michel et Corneille sont de formation ancienne. D'un autre côté, l'érosion qui a creusé la vallée est récente. Il faut donc que ces roches se soient fait jour à travers les couches enlevées par la dénudation. Si ces roches s'étaient formées à la manière des tufs provenant d'éléments projetés, ces tufs auraient dû au contraire protéger les couches qui ont été attaquées par l'érosion. Il se peut que le Velay ait été le théâtre de phénomènes particuliers différents de ceux qui se passent de nos jours.

M. Aymard a déjà eu l'occasion d'exposer son opinion sur les dykes des environs du Puy, il croit cependant devoir, en réponse à M. Gruner, rappeler rapidement les faits sur lesquels il s'est appuyé pour admettre la nature purement éruptive de ces roches. Elles contiennent des fragments de granite et de calcaire profondément altérés; jamais aucun fossile, tandis que les conglomérats plus récents renferment des restes nombreux d'animaux et de végétaux. L'orientation même de ces dykes, qui rappelle celle de la plupart des pays du centre de la France, vient encore appuyer cette opinion. Il y a inclinaison des couches autour de Corneille, et cette inclinaison ne correspond qu'à la dislocation nécessaire à une éruption. On a insisté beaucoup sur la stratification confuse de certaines de ces roches. C'est surtout à Ceyssac que ce phénomène est manifesté. Il se peut que la brèche se soit trouvée en ce point au milieu de circonstances facilitant sa stratification à la sortie de la cheminée d'éruption.

A Saint-Michel, où la brèche ne s'est pas épanchée, on ne trouve aucune trace de stratification; toutes les lignes de fissure sont perpendiculaires. Enfin, M. Aymard déclare qu'il a voulu, en employant le mot brèche, donner la préférence au terme dont s'étaient servi les géologues anglais dans l'étude de ces mêmes roches.

M. Tournaire ne pense pas que les phénomènes actuels puissent expliquer tous les phénomènes anciens.

S'il n'y avait dans les environs du Puy que des conglomérats analogues à ceux des plateaux du Collet et de Denise, les explications par voie aérienne seraient plus satisfaisantes que celles par éruptions boueuses. Les deux explications pourraient peut-être s'appliquer au Collet.

Mais quant aux conglomérats sur le flanc de la vallée de Polignac, quant à ces nappes partant des masses basaltiques et s'étendant dans la vallée, ce sont là de véritables coulées.

Corneille présente enfin une particularité nouvelle.

Les remarques que M. de Rozemond vient de présenter ont une véritable importance. Si ces tufs avaient été projetés dans la vallée, comment admettre qu'il n'en serait pas resté des masses sur les flancs de la vallée où ils auraient été mieux placées pour résister à la dénudation. L'opinion de M. Gruner qui admet que ces roches doivent leurs dispositions à des failles, ne peut guère résister à cette particularité que les couches du terrain à gypse se correspondent exactement des deux côtés de la vallée. Comment admettre du reste qu'un mouvement de bascule soit venu planter de telles roches aussi profondément dans les couches lacustres. Aussi M. Tournaire admet-il l'opinion de M. Aymard à propos de Saint-Michel.

M. de Rozemond ne pense pas que les failles aient joué le rôle de causes. Il est bien plus probable que la formation et l'arrivée des roches volcaniques aient occasionné certaines dislocations profitables aux dénudations postérieures.

M. Lory présente les observations suivantes :

Je crois qu'on ne saurait trop insister sur l'importance considérable des érosions qui ont eu lieu dans le bassin du Puy, à diverses reprises, pendant les périodes pliocène et quaternaire. En raison de la nature peu résistante des couches tertiaires, des failles qui les ont fracturées et à travers lesquelles se sont faites les éruptions, ce bassin et les diverses formations volcaniques qui s'y sont succédées ont été bien plus profondément corrodées que d'autres parties du plateau central formées de roches plus solides. A part quelques exceptions qui ne comprennent guère que les volcans modernes, comme

Denise et quelques volcans plus anciens, comme Cheyrac, les formations volcaniques du Velay ne sont plus, on peut le dire, que des *ruines*; on ne peut, je crois, s'en rendre compte que par un procédé semblable à celui de l'archéologue qui étudie les restes épars d'une ancienne cité; c'est-à-dire en cherchant les analogies de ces *ruines* avec telles ou telles parties d'appareils volcaniques complets, comme il en subsiste de si beaux exemples dans l'Auvergne, dans le Vivarais, etc. C'est d'après cette méthode que j'ai essayé d'expliquer, l'autre jour, l'origine des conglomérats anciens du Puy, etc. Je me rapproche de l'opinion de nos savants confrères du Puy en ce sens que je crois que les matériaux de ces conglomérats ne sont pas venus de loin, et que ces roches de Corneille et de Saint-Michel, d'Espaly, de Ceysnac, de Polignac, ont fait partie de plusieurs anciens volcans dont il ne reste que ces lambeaux. Mais je ne saurais admettre une analogie de structure et de formation entre ces conglomérats d'*entassement* et le vrai *dyke* éruptif de la Roche-Rouge; et je crois qu'on ne saurait appliquer à ces roches le nom de *dyke* sans le détourner considérablement du sens qui lui est généralement attribué.

M. Vinay expose qu'il est possible de reconnaître deux sortes de phénomènes volcaniques dans les environs du Puy.

Les opinions de M. Delanoüe semblent justifiées par les formations volcaniques récentes, tandis que les opinions des géologues du Puy s'appliquent peut-être plus exactement à l'explication des phénomènes anciens. On ne trouve pas de cratères à proximité des dykes. Il est vrai que l'opinion de M. Lory explique leur absence.

M. de Rozemond signale à l'attention de la Société un disque percé de basalte, d'une époque antéhistorique, et recueilli par lui dans le bassin de Chaudeyroles. Bien que ce sujet s'éloigne un peu des préoccupations ordinaires de la Société, il a cru trouver en lui un intérêt suffisant pour justifier cette mention.

M. Aymard insiste sur l'intérêt de cette communication.

Il expose à ce propos quelques curieuses considérations sur les patines des objets antéhistoriques de l'époque de la pierre polie, trouvés dans les environs du Puy, comparés à celles des cailloux basaltiques eux-mêmes.

M. Tournaire, après avoir présenté à la Société la carte géologique de la Haute-Loire qu'il vient d'exécuter, lit la note suivante :

Note sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre; par M. Tournaire.

Pl. VIII.

Dès que la géologie est devenue l'objet d'études positives, l'attention des savants et des hommes qu'intéresse l'histoire du globe, s'est portée sur les montagnes de l'Auvergne, du Velay et du Vivarais, qui présentent de vastes formations d'origine volcanique, les unes identiques aux cratères et aux laves de nos jours, les autres, en différant par leur aspect ou par la nature des roches, mais ayant avec les produits des émissions actuelles une évidente parenté et dont les analogues ou les similaires sont associées de même aux volcans encore en feu.

Le Velay a rencontré en Bertrand de Doue un observateur éminent et un écrivain distingué. Sa très-remarquable description des environs du Puy, quoiqu'elle soit déjà ancienne, eu égard à la récente création et aux développements rapides de la géologie, est restée pleine d'intérêt par la vérité de ses tableaux, l'exactitude des détails qui y sont mentionnés et le grand nombre d'idées justes qu'elle exprime. Les publications postérieures ont sur divers points ajouté à la connaissance des terrains et rectifié, selon les progrès de la science, une partie des vues théoriques. Celle de Poulett Scrope notamment est précieuse par ses belles planches aux vues panoramiques et géologiquement coloriées, qui donnent aux yeux une excellente représentation de la structure et du relief du pays. Mais ce sont surtout les découvertes paléontologiques qui ont été abondantes et fructueuses, grâce au zèle et à la sagacité des savants qui habitent le Puy. Les terrains tertiaires, comme les terrains volcaniques, ont contribué aux richesses de leurs instructives collections.

Le champ des spéculations et des études auxquelles le Velay et les contrées voisines peuvent donner lieu, est cependant bien loin d'être épuisé. Ayant été chargé de tracer à grande

échelle la carte géologique du département de la Haute-Loire, j'ai forcément acquis une connaissance détaillée des formations qu'on y trouve, et j'ai eu souvent sujet de réfléchir sur les causes qui avaient pu les faire naître, puis les dégrader, et qui, après de longues vicissitudes, ont imprimé à cette partie de la France l'aspect qu'elle a de nos jours.

Je me propose dans cette note d'indiquer aussi rapidement que possible les principaux résultats de mon travail, en négligeant toutefois diverses questions qui n'ont pas occupé la Société géologique dans sa dernière session extraordinaire, ou n'en parlant que d'une façon incidente.

Cette contrée, qui fait partie du massif montagneux de la France centrale, est d'une altitude élevée, dont la moyenne, en prenant pour zéro le niveau des mers, est d'environ 900 mètres. La seule vallée un peu large qu'on y trouve est celle de Brioude, extrémité du vaste bassin de la Limagne d'Auvergne. Les autres, sur leur plus grande longueur, ne sont que d'étroits ravins, en général creusés profondément. Au-dessus des sillons la surface du sol est mollement ondulée ou s'étale en larges plateaux dominés par les cônes et les protubérances volcaniques. Les eaux ont partout un cours rapide, et quand elles sont gonflées par les pluies, elles acquièrent une force torrentielle, qui leur permet de rouler de grosses pierres avec les galets. Les érosions exercent donc un travail très-actif, et les modifications qu'elles font éprouver au relief du pays, si elles sont presque insensibles pour une vie humaine et même pour une suite de plusieurs générations, sont rapides en regard de la durée qu'on est obligé d'imputer à la plupart des faits géologiques. La Loire et l'Allier, à leur sortie du département, dont ils emportent presque toutes les eaux, avec une partie de celles des montagnes voisines, sont à l'altitude d'environ 400 mètres, et ont encore, par conséquent, beaucoup à descendre pour atteindre leurs basses vallées.

Terrains primordiaux.

Les roches primordiales, c'est-à-dire le granite, le gneiss et le micaschiste occupent à peu près les sept dixièmes du sol de la Haute-Loire. Ailleurs, sauf sous les terrains houillers de Brassac et de Langeac, dont l'étendue n'est pas très-grande, elles ne sont pas profondément enfouies; car elles apparaissent

dans une multitude de ravins jusqu'au centre des régions couvertes par la formation tertiaire, les nappes de basalte et les montagnes de phonolithe. En outre, dans les restes des cratères et des conglomérats volcaniques, on trouve beaucoup de débris des terrains cristallins traversés par les bouches éruptives, qui ont été projetés avec les scories.

L'aspect de la région primordiale résulte de ce qui vient d'être dit sur la configuration des vallées. Elle est entaillée par des gorges abruptes; mais, si on les pouvait combler, l'œil ne verrait plus guère que des collines émoussées et des pentes douces. Les bords des bassins qui ont reçu les couches tertiaires et qui ont été dénudés dans les époques géologiques récentes par l'entraînement de leurs argiles meubles feraient à peu près seuls exception à cette physionomie générale. On aurait donc l'image d'une terre rocheuse fortement usée et dont les aspérités auraient, pour la plupart, disparu par l'action extrêmement prolongée des agents atmosphériques. Cette image, nettement empreinte dans le haut pays, correspond certainement à un ancien état de choses différent du régime actuel. De longs siècles ont dû se passer pendant lesquels les roches cristallines du Velay et de l'Auvergne surgissaient beaucoup moins qu'elles ne le font de nos jours au-dessus des grandes plaines. Les rivières et les ruisseaux qui les traversaient, n'ayant alors que d'assez faibles déclivités, ne se creusaient pas des lits profonds. Dans la période actuelle, au contraire, le sol surhaussé se laisse entamer vivement, et l'œuvre de destruction, dont les attaques s'étaient émoussées jadis, a repris une grande énergie. J'aurai à mentionner dans le cours de cette note d'autres observations qui conduisent aux mêmes conséquences.

Les éminences des terrains primordiaux s'orientent pour la plupart suivant quelques directions, dont le nombre n'est pas considérable et, soudées les unes aux autres, forment ainsi, au-dessus des hautes plaines ou des longs vallons ondulés, de longs dos arrondis.

On sait que ces directions des montagnes se répètent toujours en un certain nombre de lignes parallèles, qu'on les retrouve dans les cours des rivières et dans les concavités ou les bassins compris entre les côtes saillantes. Voici les principales lignes qu'on peut observer dans les masses cristallines de la Haute-Loire :

1° La longue et étroite chaîne de la Margeride court moyen-

nement au nord 29 degrés ouest. Même orientation dans une bonne partie des côtes qui bordent le bassin tertiaire de Brioude, dans la vallée de l'Allier, en amont de Langeac.

2° Deux autres parties de cette vallée, en aval de Brioude comme en aval de Langeac, affectent une direction différente, mais cependant bien distincte de la précédente, qui est le nord 18 degrés ouest. On la trouve aussi dans plusieurs des montagnes et des hauts vallons du nord de la Margeride et dans le bassin de Brioude.

3° Des directions nord 34 degrés est ou fort voisines, se peuvent remarquer en diverses parties du sillon de la Loire et dans le cours moyen de ce fleuve, en aval de Retournac, dans la plaine de Bas, dans la vallée de la Sénouire, au sud de la Chaise-Dieu et dans les côtes qui la bordent, dans l'extrémité méridionale du bassin houiller de Langeac, dans quelques ravins du nord de la Margeride, dans une partie du cours de l'Allagnon.

4° Les lignes nord-sud ou très-voisines de la méridienne, jouent un grand rôle dans l'orographie de la contrée. On peut citer les côtes qui encaissent la Dore et le Doulon, et celles qui réunissent les montagnes de la Chaise-Dieu et de Craponne au massif du Forez, le cours de la Loire depuis Arlempdes jusqu'à Vorey, celui de l'Allier au-dessous de la Voute-Chilhac et auprès de Brassac, une grande partie de celui de l'Allagnon, les dépressions qui contiennent les deux formations houillères de Brassac et de Langeac.

5° Une étroite et haute côte granitique orientée au nord-ouest et passant à l'est du Puy, divise en deux bassins les dépôts tertiaires du Velay. Cet alignement règne sur une grande étendue, non toutefois sans interruption; car, en le prolongeant vers le sud-est, on trouve qu'il passe sur les sommets granitiques de l'Ardèche et sur toute la longueur des montagnes basaltiques des Coirons.

6° Bon nombre de directions importantes, mais qui ne se réduisent pas à un parallélisme aussi exact, sont comprises dans un secteur d'environ 18 degrés, entre l'ouest, 38 degrés nord et l'ouest, 20 degrés nord. Telles sont celles des collines qui limitent au nord le bassin houiller de Brassac, d'une partie des côtes qui s'élèvent à l'est d'Auzon, entre Brioude et Blesle, au nord-ouest d'Allègre, au nord-ouest de Langogne, d'une partie des ravins du Lignon.

Nous retrouverons les mêmes orientations dans les assises

stratifiées et dans les alignements des masses phonolithiques et des buttes de scories.

Cependant la succession des formations géologiques présente dans la Haute-Loire de si immenses lacunes, qu'elle ne peut fournir des indices précis sur les époques où ont pris naissance les principales éminences et les grandes dépressions des montagnes primordiales. Ce qui est certain, c'est qu'avant la formation miocène elles existaient à peu près aux mêmes emplacements que de nos jours; car non-seulement les couches de cette époque se trouvent encore dans les bassins qu'encaignent les hauts massifs de granite et de gneiss; mais leur horizontalité ou leur déclivité très-faible, montrent que depuis leur dépôt la *croûte terrestre* n'a subi ni plissements, ni redressements considérables. D'autre part, sauf une exception qui apparaît dans le bassin de Brioude et dont il sera ultérieurement parlé, les failles assez nombreuses qu'on y observe n'ont donné lieu qu'à des rejets de très-petite amplitude, de sorte que les assises qui se sont faites aux âges récents n'ont pu avoir pour résultat de faire naître des dénivellations bien générales et bien intenses. Beaucoup de changements se sont au contraire produits dans les formations primordiales depuis l'époque houillère; car les assises houillères, contournées et relevées suivant des inclinaisons ordinairement très-fortes, se rencontrent renfermées dans des cavités profondes sur lesquelles se moulent leurs bancs inférieurs. Détruites sur des espaces sans doute beaucoup plus larges que ceux qu'elles occupent aujourd'hui, elles ne nous montrent leurs anciens bords qu'en un petit nombre d'endroits, et ce qui en reste ne nous a été conservé que parce qu'il a été enfoui postérieurement au dépôt et mis à l'abri des érosions dans les plissements des roches encaissantes. Les alignements ci-dessus signalés, excepté celui du nord-ouest, se peuvent observer soit dans leurs limites, soit dans leurs directions, aux environs de Brassac, de Lavaudieu et de Langeac.

Il n'est pas étonnant qu'on retrouve dans les cours des eaux, quand on fait abstraction des coudes et des sinuosités qui s'écartent peu de leurs lignes générales, des orientations semblables à celles des lignes de faite et des grands bassins: c'est, le plus souvent, un effet naturel de la configuration première du sol. Quelques rivières, toutefois, ont quitté de larges vallées anciennes et des fonds composés de couches meubles, de destruction très-facile, pour des passages escarpés à travers des

côtes élevées et des roches dures, qui n'ont pu être creusés par les seules actions érosives.

L'Allier nous offre un bel exemple des sillons de cette espèce. En amont du bassin de Brioude, est un autre bassin dont la ville de Paulhaguet occupe à peu près le centre et qui s'étend jusqu'aux environs de Langeac. Il a reçu aussi des dépôts stratifiés, et dans les temps tertiaires il était en communication avec les basses plaines par une vallée assez large, qui est restée marquée d'une manière très-nette : son encaissement est supérieur au lit actuel de la rivière de Sénouire, qui le coupe obliquement. La masse principale des eaux qui descendaient de la haute région, ne pouvait alors que traverser ce bassin et que déboucher à l'extrémité de la Limagne par cette vallée. Postérieurement, l'Allier s'est engagé entre les hauteurs de la Voute-Chilhac et de Saint-Ilpize.

Je montrerai aussi plus loin qu'autrefois la Loire, au lieu de passer dans le ravin granitique de Peyredeyre, a longtemps erré auprès du Puy et de Polignac.

Les tremblements de terre qui ont été sans doute très-nombréux et très-intenses durant les périodes volcaniques, ont dû produire beaucoup de fentes et de crevasses et rouvrir des fentes préexistantes, phénomènes dont les habitants des contrées voisines des Andes ont été plusieurs fois témoins. Des issues nouvelles ont par là été offertes aux eaux ; puis l'érosion et l'usure du temps ont fait le reste. Il est à remarquer que les deux portions de vallées que je viens de citer vont du sud au nord, avec un certain nombre d'inflexions normales à la direction dominante, c'est-à-dire allant de l'est à l'ouest.

Les limites des granites et des masses cristallines rubannées ou schisteuses sont parfois nettes et susceptibles d'être tracées avec une grande précision. Souvent aussi elles sont confuses, parce que les roches de l'une et de l'autre espèce s'entremêlent de mille manières, ou parce qu'on en rencontre qui sont de transition et d'apparence mixte.

Les granites dominent de beaucoup. Dans presque tout le Velay, ils constituent ou l'assiette des terrains qui sont venus combler les anciennes vallées ou le terrain extérieur lui-même. Ils forment les parties du département qui dépendaient autrefois du Forez et du Gévaudan. On peut cependant observer que ceux du Velay et du Gévaudan sont séparés, jusqu'aux confins du département de la Lozère, par une bande gneissique orientée du nord au sud.

Au sud-ouest de la Chaise-Dieu, sur les flancs occidentaux de la haute vallée de la Sènoire, une très-remarquable bande de granite, affectant la troisième des directions plus haut signalées, fait une longue pointe à travers les gneiss et les micaschistes. Elle s'appuie à une ligne de faite qui l'accompagne exactement, mais qu'elle n'atteint qu'en un seul point. En son milieu, elle éprouve un brusque déplacement vers l'est, égal à sa largeur, soit de 1800 mètres environ, dans un sens normal à sa direction, appartenant par conséquent aux alignements de la sixième catégorie, et dont le prolongement coïncide avec un étroit vallon qui descend sur la Sènoire des environs d'Allègre. La ligne de faite ne quitte pas la lisière du granite et se transporte d'une manière semblable, parallèlement à elle-même. A la jonction des deux moitiés de la bande, un faisceau de filons barytiques montre que de nombreuses cassures ont existé en cet endroit. Il serait difficile de ne pas voir dans un tel ensemble de faits la manifestation d'une très-grande faille.

Les granites de la Haute-Loire ont tous l'orthose pour feldspath. L'espèce la plus commune est à cristaux d'orthose de grosseur inégale, de couleur blanchâtre ou jaunâtre, rarement rosée, à mica noir ou brun, mêlé en petite proportion de mica argentin; elle est en général d'une ténacité médiocre.

Un granite à gros cristaux blancs d'orthose, dont les arêtes mesurent très-communément plusieurs centimètres, est aussi fort abondant : c'est lui qu'on trouve d'ordinaire dans le Gévaudan et dans la montagne de la Margeride; c'est de lui que se compose la bande décrite un peu plus haut. Il offre une résistance très-inégale aux agents atmosphériques, tantôt s'égrenant avec facilité, tantôt fort dur. Il en résulte qu'il donne une physionomie toute particulière au pays qui en est formé. De gros blocs arrondis, qui ont échappé à la destruction fragmentaire et aux entraînements par les eaux pluviales, gisent sur le sol, disséminés en grand nombre. On en rencontre qui se sont bizarrement superposés les uns aux autres, et quelquefois dans des positions si peu stables que la force d'un homme suffit à les ébranler.

Une troisième espèce est un granite tenace, à grains fins et serrés, dont le mica est ordinairement argentin et le feldspath quelquefois un peu rosé. On le rencontre en beaucoup de lieux; mais il est surtout fréquent entre Yssengeaux, Montfaucon et Monistrol, où il est exploité pour la taille en de nom-

breuses carrières. Je suis porté à le regarder comme étant par rapport aux précédents de formation en général postérieure. On le voit en effet dans la gorge de la Loire, entre le Puy et la Voute, constituer des filons au milieu du granite commun : le plus remarquable de ces filons a été montré à la Société géologique, et n'a pas moins d'une quinzaine de mètres de largeur. Au pied du plus haut sommet de la Margeride, et précisément sur la lisière du terrain gneissique surgit une butte de cette roche en forme de cône très-régulier, qu'entoure le granite à grands cristaux. Son isolement et sa figure, différente de celles des montagnes voisines rappellent certains cônes de porphyre et même de trachyte et donnent l'idée d'une masse qui serait venue au jour par un effort souterrain à travers des roches plus anciennes.

Deux autres variétés méritent d'être signalées. De beaux granites très-durs, à mica noir, à cristaux d'orthose translucides, d'assez grandes dimensions et souvent mâclés, très-aptés à faire des pavés et des socles monumentaux : entre autres lieux, on en trouve beaucoup aux environs de Tence. Un granite blanc d'assez gros grains, où le mica n'est pas très-abondant, qui est cependant grossièrement rubanné, et par là, présente un passage à la structure gneissique ; il est très-répandu aux environs de la Chaise-Dieu.

Dans la gorge du Lignon, non loin d'Yssengeaux, on voit une carrière où l'on exploite une roche presque exclusivement composée de mica noir, à grandes lames, orientées en tous sens.

Parmi les granites communs, comme parmi les granites à grands cristaux, on trouve en beaucoup de lieux des lambeaux et noyaux de gneiss ou de micaschiste englobés, ce qui prouve bien la préexistence de grandes formations de ces dernières roches. Point de régularité dans les dimensions et l'orientation des fragments, qui paraissent avoir été saisis et empâtés par une masse de consistance molle, dont les diverses parties subissaient des mouvements inégaux et fort complexes. On peut citer comme offrant des exemples faciles à observer de ces empâtements, les environs d'Yssengeaux, les côtes que gravit l'ancienne route du Puy à Saugues, à l'ouest de Monistrol-d'Allier, le ravin de la Loire en amont de la Voute, examiné par la Société géologique. D'autres fois, ce ne sont plus des fragments, mais des îles plus ou moins vastes de gneiss qui se rencontrent au milieu des régions granitiques. Telle est une

côte allongée à l'ouest de Montfaucon, et tel est le sommet arrondi d'une montagne de la Margeride, dont les pieds sont de granite et qui est située un peu au sud de la butte conique dont j'ai parlé.

Lorsque des tranchées d'une certaine étendue permettent d'étudier en détail la structure des massifs granitiques, on remarque presque toujours qu'ils ont subi, postérieurement à leur formation première, quantité de perturbations intenses. Les fractures sont très-nombreuses, et les rejets qui les accompagnent juxtaposent souvent des roches qui n'ont pas semblable texture. Celles qui ont laissé un certain intervalle entre leurs parois ont été remplies par des filons, qui pour la plupart sont eux-mêmes granitiques. J'en ai mentionné qui sont formés de l'espèce à grains serrés, traversant l'espèce commune. Mais ordinairement la composition minéralogique de ces filons ne diffère de celle de la masse encaissante que par la proportion des éléments et la prédominance du feldspath, qui leur donne plus de solidité et de cohésion ; car c'est ce minéral qui fait surtout office de ciment.

Les granites de la Haute-Loire contiennent assez souvent d'autres substances que le feldspath, le quartz et le mica. On y rencontre la tourmaline noire, en cristaux prismatiques ou en petites masses radiées, fréquente dans le Gévaudan ; l'amphibole hornblende, en lames noires, qui se substitue parfois à la totalité du mica ; la pinite.

Les gneiss et les micaschistes occupent presque toutes les montagnes des environs de Brioude, font, comme je l'ai dit, une bande entre les granites du Gévaudan et du Velay et se trouvent encore en assez grandes masses vers les confins du département, au-dessus de Firminy, auprès de Saint-Bonnet-le-Froid et au-dessus de Langogne. Ailleurs ils n'existent qu'en lambeaux de surface très-restreinte.

Il n'y a point entre ces roches d'autres distinctions essentielles que la plus grande abondance du mica et les feuillets plus minces, par suite de la dureté moindre de celle de la seconde sorte. Presque partout elles alternent et se mêlent. Dans la partie nord de la Margeride, dans les montagnes qui sont entre Massiac et la Voute-Chilhac, les micaschistes sont les plus fréquents : ailleurs ce sont plutôt les gneiss qui dominent.

Le talc est très-souvent associé au mica des schistes des environs de Pinols.

L'amphibole est plus commune parmi les gneiss qu'elle ne l'est parmi les granites et y forme d'assez nombreuses bandes syénitiques. On les rencontre principalement dans le groupe de montagnes qui est situé entre Brioude, la Voute-Chilhac et Paulhaguet, dans celui que traverse la rivière de Doulon.

Les roches schisteuses sont mélangées de granites en une foule de points. Ce caractère est très-ordinaire vers les bords des grandes masses granitiques et s'observe aussi en plusieurs régions assez étendues qui sont en dehors de ces confins. Telle est par exemple la constitution des montagnes que ravine la rivière de Crouce au sud de la Voute-Chilhac. J'ai parlé des lambeaux de gneiss empâtés dans les granites. Ce n'est pas la manière d'être la plus commune à ces formations mixtes. Le plus souvent, le granite paraît pénétrer en rocs anguleux ou en coins très-réguliers, obtus ou aigus, au milieu des gneiss ou des schistes, ou il les traverse en filons de toute épaisseur, ce qui témoigne de sa venue subséquente. Les côtes au sud de Lempdes sont une des régions où ces filons sont le mieux marqués. Quelquefois il forme des assises ou des bancs intercalés dans le gneiss à stratification concordante, et alors on ne peut douter que les deux roches ne soient contemporaines. On le voit en cet état sur les rives de l'Allier, en amont de Vieille-Brioude.

Les masses cristallines schisteuses ne sont pas moins brisées et disloquées que celles de granites, et leurs feuilletés contournés et froissés rendent même encore ces dérangements plus apparents. Je crois qu'on ne parviendrait pas à y démêler une succession d'assises nettement déterminée. Cependant, en chaque région, les feuilletés, malgré des anomalies de détail, ont une tendance très-prononcée à suivre certaines orientations. Ainsi celles qu'on observe des deux côtés du bassin de Brioude rentrent pour la plupart dans les directions de la sixième catégorie signalée plus haut. A l'ouest de Blesle, les directions générales se rapprochent plus de l'est-ouest, au sud de Brioude, du nord-ouest. Au nord de Paulhaguet, en remontant la vallée de la Doulon, on trouve qu'elles vont d'abord à peu près du nord au sud, puis à peu près au nord-est.

Les porphyres n'existent pas en grandes masses dans la Haute-Loire, mais ils forment au milieu des roches primordiales des filons, quelquefois remarquables par leur continuité et se maintenant sur plusieurs kilomètres. Ils sont d'une pâte jaunâtre ou blanchâtre, avec cristaux d'orthose un peu plus

blancs; les cassures qui ont été longtemps exposées à l'air ont pris habituellement une légère teinte rosée. Ils contiennent presque toujours des grains de quartz, souvent quelques paillettes de mica. Parfois les cristaux disparaissent comme le quartz, et la roche passe à une eurite. Les plus beaux filons de porphyre que j'aie observés se trouvent sur la rive droite du Lignon, à l'est d'Yssengeaux, où ils composent un long faisceau, moyennement orienté à l'ouest, 22 degrés nord, et sur l'une des montagnes de la Margeride, où ils s'orientent au nord, 29 degrés est, en accompagnant de fort près la lisière des granites et des gneiss. On en voit encore un groupe nombreux à l'est d'Allègre et du centre de Bar, avec direction nord-sud, et plusieurs épars sur les confins de la Lozère, au sud de Saugues, pour la plupart aussi à peu près nord-sud.

La postériorité des porphyres par rapport aux masses qu'ils traversent, ne saurait être mise en doute. On sait d'ailleurs que les roches de cette espèce se montrent jusque dans les terrains secondaires, et que dans les terrains paléozoïques on les trouve non-seulement en filons, mais quelquefois interstratifiés parmi les couches. Le bassin houiller de Brassac présente en sa partie nord un très-remarquable exemple de cette dernière disposition, dont M. Baudin, dans son ouvrage sur les gisements de ce bassin, a donné une description très-exacte. Au sommet de la côte du Pin, ce porphyre en couche des environs de Brassac a exactement l'apparence ordinaire des porphyres quartzifères, tandis qu'ailleurs il est beaucoup moins compacte et passe par toute transition au grès houiller.

Des serpentines d'un vert foncé, irrégulièrement veinées de vert plus clair et présentant quelquefois des lames de diallage, se rencontrent en plusieurs endroits. Elles paraissent avoir pénétré au milieu des gneiss ou des granites, comme l'ont fait souvent les granites eux-mêmes. Les gîtes les plus remarquables se voient à Salzuit et à Saint-Prejet, localités voisines de Paulhaguet, à la Roche, hameau situé entre la Chaise-Dieu et Allègre, où on a exploité la serpentine pour l'empierrement des routes, et dans la Margeride sur la limite du département du Cantal, au-dessus du ravin du Pavillon. Les deux derniers consistent en gros rochers régulièrement alignés; ce qui porterait à les regarder comme des filons très-puissants.

A Saint-Prejet et au-dessus de Monistrol-d'Allier, sur la nouvelle route de Saugues, on trouve de l'asbeste fibreuse et légèrement flexible, à côté de la serpentine, qui lui semble

intimement associée et qui passe quelquefois à l'état fibreux.

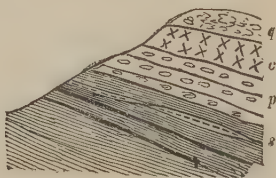
Les filons à gangue de quartz, soit seule, soit accompagnée d'autres minéraux, toujours fréquents dans les terrains primordiaux, abondent particulièrement dans ceux de la Haute-Loire.

Les plus nombreux sont entièrement quartzeux. Leur quartz est le plus ordinairement compacte et d'un blanc laiteux, un peu translucide, avec quelques géodes que garnissent des cristaux à pointements hexagonaux; quelquefois il est légèrement rosé. Dans les cristaux, outre la variété hyaline, qui est la plus commune, on trouve les variétés enfumée et améthyste. C'est auprès de Chassignoles, au sud d'Arlempdes, sur les côtes qui bordent la rivière de la Méjeanne, et surtout dans les granites du Gévaudan, que j'ai vu les plus remarquables filons de quartz. En cette dernière région ils ont le plus souvent des directions à peu près parallèles à la chaîne de la Margeride; plusieurs aussi vont du nord au sud. L'un d'eux, qui passe contre la ville de Saugues, mérite d'être tout spécialement désigné. On le suit durant 5 ou 6 kilomètres, aligné sur le nord 16 degrés ouest. En un point il s'épanouit en une grosse butte de forme conique. Sur le sommet la roche est en place; sur les pentes, je n'en ai vu que des débris. Cette butte se pourrait expliquer soit par un épanchement et une accumulation extérieurs, soit par l'existence, sur une partie limitée de la fente que la matière silicieuse a remplie, d'une cheminée très-élargie, dont le temps aurait dévasté les parois.

Un gisement quartzeux plus intéressant encore n'apparaît pas dans le filon qui a dû lui donner issue, mais repose en partie sur des couches de l'époque houillère, en partie sur le gneiss, à l'extrémité orientale du bassin de Brioude. L'étude en est fort instructive; car elle montre que de grandes masses de quartz se sont formées dans les terrains primordiaux postérieurement à cette époque; et que leur mode de production a dû être analogue à celui des travertins et des incrustations que les eaux minérales déposent autour des orifices des fissures par lesquelles elles viennent au jour et dans ces fissures mêmes.

Le terrain houiller des environs de Brioude se termine au hameau de Lugeac, commune de Lavaudieu, par une butte allongée, ressemblant à un grand tumulus, qui est orientée suivant une méridienne et dont la ligne de faite descend très-légèrement vers le sud. Elle a pour pieds, à l'ouest des schistes houillers, alternant avec quelques bancs de grès,

à l'est de gneiss et du micaschiste. Son sommet est composé d'un conglomérat quartzeux contenant des parties fort diverses. On y trouve du quartz blanchâtre et grisâtre, à cassure esquilleuse et à cassure un peu grenue, du grès dur formé de petits fragments anguleux de quartz et de feldspath, qui ne sont pas contigus, mais qui sont saisis dans un ciment quartzeux, du grès compacte de couleur grisâtre, avec veines d'un ton plus clair, qui renferme des fragments *charbonneux* et des empreintes de végétaux houillers, enfin des morceaux de granite et de gneiss dont le feldspath a généralement passé à l'état de Kaolin. Le quartz est l'espèce dominante. Il a empâté, soudé et silicifié par pénétration les autres matériaux. Lorsqu'on descend de la butte du côté de l'ouest et du nord, on voit le conglomérat devenir moins siliceux, puis lui succéder un poudingue grossier avec intercalation de lits de schistes et de grès. Le croquis ci-joint représente la succession telle qu'elle existe sur la pente nord-ouest.



- q. Quartz et conglomérat quartzeux.
- c. Conglomérat.
- p. Poudingue.
- s. Schistes et grès avec veines charbonneuses.

Ce dépôt siliceux se continue, en conservant les mêmes caractères, mais en diminuant d'épaisseur et se rétrécissant, jusqu'à la Sénouire. Sur la rive gauche de cette rivière et dans la même direction nord-sud prolongée, on en trouve encore un lambeau, qui repose uniquement sur les gneiss. Là, le quartz blanc opaque, semblable à celui des montagnes, est plus abondant; mais une variété grisâtre y est encore mêlée, et il englobe en certaines parties des petits fragments de feldspath et d'un quartz différent, qui lui donnent l'aspect porphyroïde.

On sait d'ailleurs que des roches et pierres quartzieuses, soit compactes, soit géodiques ou cariées, se peuvent rencontrer parmi les bancs stratifiés de toutes les époques géologiques,

et les terrains tertiaires de la Haute-Loire en présentent plusieurs exemples. Mais les gisements de cette nature ont beaucoup moins de parenté avec ceux des terrains primordiaux que celui de Lugeac.

Après le quartz, la baryte sulfatée, en masses cristallines blanches et tabulaires ou en cristaux distincts, est la substance la plus répandue dans les filons du pays et forme quelquefois des veines puissantes. Elle abonde dans l'arrondissement de Brioude, mais se rencontre aussi fort souvent dans les granites du Velay ou de la partie du département qui confine au Forez. Elle est aujourd'hui l'objet d'une importante exploitation auprès de Mazeyrat-Aurouze et de la Voute-Chilhac, après avoir été longtemps exploitée au-dessus de Salzuit et, plus anciennement, dans les côtes de Saint-Hilaire sur Auzon et de Vézeaux. Il semble résulter des travaux de certaines carrières que les veines de baryte ont tendance à s'appauvrir dans les profondeurs, la gangue quartzreuse les envahissant. La très-grande majorité des filons de cette espèce suit, comme le montre la carte, des directions qui appartiennent à la sixième catégorie. Il en est qui se rapprochent un peu plus du nord-Ouest. D'autres, en assez grand nombre, vont à peu près de l'est à l'ouest : tel est un faisceau dont j'ai parlé plus haut et dont la position coïncide avec la rupture de la bande granitique qui est entre la Chaise-Dieu et Paulhaguet. Quelques-uns, dont le nombre est très-restreint, s'écartent cependant tout à fait de la ligne moyenne et affectent des directions voisines du nord-est.

La chaux fluatée, en cristaux cubiques translucides et généralement colcrés d'une légère nuance verte ou violette, quoique beaucoup moins commune, se rencontre en plusieurs veines, associée à la baryte. On voit un beau filon de cette espèce, entre Allègre et Saint-Paulien, qui a l'orientation moyenne des gisements barytiques.

Les montagnes micaschisteuses et gneissiques qui s'étendent depuis les pentes septentrionales de la Margeride jusqu'à un parallèle que l'on mènerait par la latitude de Blesle contiennent fréquemment l'antimoine sulfuré, dans des filons dont le quartz est à peu près la seule gangue. Le minerai s'y trouve en veines massives présentant de belles lames cristallines plus souvent peut-être qu'à l'état de dissémination. Ces veines sont parfois épaisses, mais fort sujettes aux interruptions et aux irrégularités. Elles donnent lieu, depuis fort longtemps, soit

dans cette partie de la Haute-Loire, soit dans les montagnes limitrophes du Cantal, à de petites exploitations, qui se sont souvent transportées d'un gîte à un autre et dont quelques-unes ont été lucratives. Les directions les plus communes des filons antimonieux sont voisines du nord-nord-est : on peut, entre autres, citer comme exemple ceux qui courent tout le long de la montagne de Mercœur et dont le groupe se retrouve auprès de Chazelles, dans le ravin du ruisseau de Celoux. Les directions comprises entre le nord-est et l'est-est-nord et celles qui vont à peu près de l'ouest à l'est sont nombreuses aussi.

La galène n'est pas, comme le sulfure d'antimoine, particulière à une seule région du département; il n'est guère de filon contenant avec le quartz de la baryte ou de la chaux fluatée, dans lequel on ne trouve de petites plaques et de petits cristaux de cette substance, si on y creuse des galeries de quelque étendue. Ceux qui sont assez riches pour qu'on en puisse extraire avantageusement le minerai de plomb ne sont certainement pas en grand nombre : il est néanmoins très-probable que plusieurs exploitations abandonnées auraient réussi ou se seraient continuées si elles avaient été dirigées avec plus d'expérience et dans un esprit de stricte économie. Les principaux gisements connus sont dans les ravins de la rivière de Desge; au sud du bassin houiller de Langeac, à Monistrol-d'Allier, où une mine est en activité, proche Versilhac, village situé à l'est d'Yssengeaux, où des travaux ont été plusieurs fois entrepris et délaissés, enfin un peu au sud de Monistrol-sur-Loire et au Nord-Ouest de Dunière, où subsistent d'assez considérables vestiges d'extractions remontant au siècle dernier. La plupart de ces filons marchent, comme ceux de baryte, sur des alignements qui seraient compris entre l'ouest 40 degrés nord et le nord-ouest : cependant celui de Versilhac, plusieurs de ceux de la Desge, quelques-uns qui ont été fouillés dans la vallée de la Semène suivent diverses directions entre le nord et l'est. L'argent n'est allié au plomb qu'en faible proportion dans les gîtes que je viens de citer. Les échantillons de galène qu'on a recueillis dans les carrières de baryte de l'arrondissement de Brioude sont au contraire très-argentifères, et parmi ceux qui proviennent d'Aurouze, quelques-uns ont rendu à l'essai jusqu'à plus de 800 grammes d'argent pour un kilogramme de plomb.

La blende, la pyrite cuivreuse, la pyrite de fer sont des compagnes très-habituelles de la galène, et le premier de ces

minéraux se peut recueillir abondamment dans les débris qu'ont laissés les anciens extracteurs de la région voisine du Forez Stéphanois.

Pour terminer ce qui a rapport à ces gisements métalliques, je mentionnerai encore un gros filon de mispickel, dirigé presque sur la méridienne, qui se montre au nord de St-Hilaire-sur-Auzon.

De nombreuses fontaines d'eau minérale sourdent du terrain primordial. Elles sont toutes froides, de faible débit et de propriétés semblables, étant très-chargées d'acide carbonique et contenant une petite quantité de sels alcalins, principalement de bi-carbonate de soude; elles appartiennent par conséquent à la catégorie des eaux de table. Trois de ces sources qui coulent près de la lisière orientale du bassin de Brioude et celle d'Aurouze sont à peu près alignées parallèlement à la chaîne de la Margeride. On n'aperçoit pas que la distribution des autres obéisse à une loi bien manifeste, si ce n'est qu'elles se sont fait jour de préférence dans les fonds des ravins, parce que les fentes qui y aboutissent leur offraient en général les voies les plus courtes.

Dans un petit vallon au nord de St-Didier, un très-mince filet de bitume se peut voir sur une fissure du granite. Quoique ce gisement soit en lui-même sans importance, il m'a paru intéressant de le noter; car il montre bien qu'il ne faut pas attribuer la formation de tous les bitumes à des décompositions de matières animales ou végétales.

Quelques observations sur les terrains houillers.

Je n'ai pas l'intention de m'étendre sur les terrains houillers qu'on trouve, les premiers, reposant sur les roches primordiales dans les limites de la Haute-Loire. Cela m'entraînerait dans d'assez longs détails, et la Société géologique n'a pas eu sujet de diriger sur eux son examen. D'ailleurs la description du plus important de ces terrains, celui de Brassac, a été publiée en 1843, et les galeries souterraines qui ont été exécutées depuis lors n'ont pas apporté des modifications essentielles aux résultats des études de M. Baudin. Je me bornerai donc à ajouter les très-succinctes remarques qui vont suivre à celles que j'ai exposées incidemment plus haut.

Il n'y a nulle apparence de formation houillère dans le

bassin hydrographique qui environne la ville du Puy et dans le Velay proprement dit, ni chance d'en découvrir, puisque l'assiette granitique se montre à nu non-seulement dans les montagnes et les collines d'une grande partie du pays, mais dans les fonds de beaucoup de vallées coupées par les plateaux de basalte, et que là où elle est tout à fait masquée sur de larges surfaces les projections volcaniques nous ont produit des échantillons des roches dures sous-jacentes. Ainsi, auprès de Langeac, le conglomérat de la colline de Saint-Roch renferme des fragments de grès houiller avec ceux de gneiss; ce qui serait arrivé ailleurs si d'autres émissions de cendres et de scories en avaient traversé. A part une minime portion de la lisière occidentale de la formation stéphanoise, qui pénètre quelque peu sur le sol départemental, les dépôts de l'époque houillère sont donc tous contenus dans la grande dépression des roches primordiales qui a constitué le bassin de Brioude et dans l'encaissement moins vaste qui forme une profonde vallée au sud de Langeac.

Le contact des grès et des schistes avec les gneiss se voit au nord, à l'est et à l'ouest aux environs de Brassac; mais au sud leurs couches disparaissent sous les argiles tertiaires et s'enfoncent très-brusquement, comme des travaux de recherches l'ont montré. Cependant ces recherches et la découverte d'un petit affleurement dans un ravin ne permettent pas de douter qu'elles aient une longue continuation. D'autre part, à l'est de Brioude, au delà de l'Allier, la même formation ressurgit de dessous les argiles et se montre auprès de Lamothe en lisière très-mince. L'intervalle entre les constatations extrêmes qui ont été faites des deux côtés, est de onze kilomètres, ce qui est moindre que la longueur totale reconnue et une fois et demie environ la largeur du voile tertiaire. On peut donc regarder comme probable que les deux dépôts se réunissent souterrainement et constituent ensemble une longue bande, qui, orientée d'abord du nord au sud, s'inclinerait ensuite vers le sud-est.

Le bassin de Langeac offre en son extrémité nord l'exemple d'une mine dont les puits sont foncés sur le granite et le gneiss et atteignent, au-dessous, le terrain houiller et la houille. Ces cas de renversement ne sont pas rares dans les formations très-anciennes; mais on n'en pourrait guère citer de plus frappant. Le recouvrement par les roches cristallines existe sur une assez grande surface, sans avoir beaucoup d'épaisseur

et les couches enfouies gardent leur pendage normal jusqu'à une faible distance du chapeau qui les cache, de sorte que le phénomène ne semble pas devoir être expliqué par un plissement général des strates et des masses cristallines encaissantes, mais plutôt par une chute partielle de celles-ci.

Terrain de grès bigarré.

La vallée de Brioude contient, à mi-distance de cette ville et d'Auzon, sur la rive droite de l'Allier, un dépôt d'aspect particulier, qu'on a jusqu'ici figuré sur les cartes géologiques comme terrain houiller, qui en diffère pourtant d'une façon assez tranchée pour qu'il me semble hors de doute qu'il appartient à une époque moins ancienne. Il consiste essentiellement en une série de bancs de grès, pour la plupart rougeâtres, d'autres blancs ou gris, à grains quartzeux et feldspathiques, avec un peu de mica, et de schistes arénacés et micacés de mêmes couleurs, souvent un peu argileux. La teinte qui domine a fait donner à la localité le nom de Côte-Rouge. Ils sont fortement inclinés, se superposent très-régulièrement, et l'affleurement de chacun d'eux dessine un fer à cheval dont la concavité est tournée vers l'ouest; ce qui est aussi le sens de la ligne d'inclinaison médiane. A la base de cette formation, sur les bords d'un petit ruisseau qui la traverse, on voit interstratifiées quelques couches d'argiles rouges, et parmi les premières assises qu'on rencontre lorsqu'on arrive en descendant l'Allier on trouve aussi quelques minces bancs calcaires bariolés de gris, de blanc et de rouge. Le contact du terrain rouge et du gneiss est de ce côté marqué par un lit d'argile noirâtre qui renferme de petits nodules de cuivre carbonaté vert et bleu. Il m'a été envoyé des fragments de même provenance qui étaient des menus branchages fossiles, dont la matière ligneuse avait été remplacée par les cuivres sulfuré et carbonaté.

A défaut de détermination précise fondée sur des observations paléontologiques, l'ensemble de ces caractères me paraît bien concorder avec ceux qu'on assigne aux grès bigarrés. Le trias aurait donc dans l'Auvergne sa représentation, très-peu développée, il est vrai. Le lambeau qui nous occupe n'y serait cependant pas l'unique témoin des dépôts de cet âge : car à Saint-Sauves, sur la route de Clermont à Mauriac, il existe un

autre reste de grès rouges, qu'on ne peut s'empêcher de lui assimiler et qui est de même situé à proximité d'une bande houillère.

Terrain d'arkoses.

Les plus vieux dépôts qu'on ait observés dans le Velay sur le fond primordial appartiennent déjà aux époques tertiaires. Nous verrons pourtant bientôt que certains débris remaniés semblent témoigner de l'ancienne existence de bancs jurassiques sur les confins méridionaux de cette région. Le bassin de Brioude, comme le reste de l'Auvergne, n'a présenté non plus aucune couche qu'on puisse rapporter aux époques jurassique et crétacée. Cette proposition énoncée jusqu'ici par tous les géologues que, pendant la plus longue partie des temps secondaires, nos roches cristallines de la France centrale formaient un grand massif émergé, reste donc l'expression extrêmement probable de la vérité.

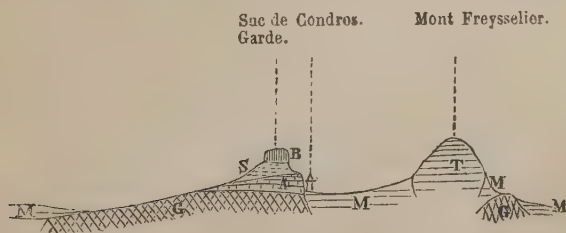
Des assises d'arkoses, disséminées en plusieurs lambeaux de faible épaisseur et remarquables par leur uniformité, commencent la série tertiaire. Ce sont des grès blancs, à grains de quartz et de feldspath en général assez gros, mêlés d'un peu de mica. Les éléments feldspathiques ont conservé leurs angles et leurs faces de clivage, ce qui prouve qu'ils n'ont pas subi de très-longes transports, et que la roche s'est formée aux dépens des granites voisins. Tantôt un ciment siliceux constitue des bancs très-résistants et très-solides, qu'on exploite pour pierres de taille en de nombreuses et importantes carrières; tantôt le ciment est un peu argileux et la pierre est sujette à s'égrener. Assez souvent, elle est percée de petites géodes ou anfractuosités. Assez souvent aussi, elle contient de la pyrite de fer, soit dans les géodes, soit disséminée. On y trouve des empreintes végétales, provenant de roseaux et de tiges de plantes monocotylédones. L'examen que M. de Saporta en a fait pendant la session extraordinaire de la Société géologique a classé définitivement parmi les dépôts inférieurs de la période éocène les arkoses de la Haute-Loire, dont l'âge était resté jusque-là douteux.

On compte trois ou quatre lambeaux de ce terrain dans le bassin du Puy (voir la carte qui accompagne ce mémoire). Le principal est celui de Blavoisy, qui forme une bande allongée sur la côte primordiale par laquelle les vallées convergeant

vers le Puy sont séparées de celles de l'Emblavès. Plus au midi, sur la même côte et dans la même direction prolongée, est celui d'Anteyrac. Le troisième est traversé par la Loire sous le village de Brives. Leurs bancs pendent au sud-ouest avec une douce inclinaison ; excepté sur la rive gauche de la Loire où le pendage est contraire. Comme ces lambeaux sont assez voisins et très-semblables d'allures, on est porté à croire qu'ils ne faisaient originairement qu'un même dépôt, dont le fond se trouvait vers le confluent de la Borne et du fleuve. Deux autres restes de la même formation se rencontrent plus au nord dans la vallée de la Loire, proche de Retournac et proche de Bas. Si les arkoses ne se montrent pas aux environs de Brioude, elles ont beaucoup d'importance dans la Limagne d'Auvergne, et il en existe des bancs étendus auprès de Coudes et sur les côtes voisines de Clermont.

Toutes ces localités sont situées dans les grandes dépressions qui ont reçu l'ensemble des couches tertiaires. Mais l'existence des arkoses à la base de la série, loin d'être générale, est exceptionnelle. Leurs gisements, beaucoup plus étroitement circonscrits, occupent sur les fonds des bassins des positions assez excentriques et ont subi bien des morcellements et des dénudations avant que les assises subséquentes soient venues s'y appuyer.

Le défaut de concordance, que ces considérations suffisent à établir, se manifeste d'une manière plus saillante encore dans le vallon de Condros, qui limite au nord-est le lambeau de Blavosy. L'un de ses flancs, comme le montre la coupe ci-jointe est un escarpement rectiligne taillé dans les bancs d'arkoses ; tandis qu'au fond et sur le fleuve opposé les strates sont formés d'argiles sableuses et marneuses.



G. Granite.

A. Arkoses.

M. Argiles marneuses et sableuses, tertiaires.

- S. Sables un peu argileux, tertiaires.
- T. Cône trachytique.
- B. Suc basaltique reposant sur le piédestal sableux S, lequel ne couvre qu'une petite partie des arkoses.

Le creusement de ce vallon, probablement déterminé par une cassure, s'est donc effectué entre le dépôt des grès inférieurs et ceux des argiles et des sables.

Ainsi il y a eu scission et long intervalle entre les deux formations, et lorsque la première se constituait, les bassins tertiaires, bien que déjà dessinés, n'avaient ni l'étendue, ni les contours qu'ils ont pris ultérieurement.

Terrain des argiles et des marnes tertiaires.

La formation qui a succédé et qui, d'après les études que les paléontologistes ont faites de ses restes fossiles se rapporte à la période miocène et probablement aussi à la fin de la période éocène, est au contraire très-puissante et présente dans le série de ses couches tous les caractères de la continuité. Elle a rempli deux vastes dépressions qui se sont conservées dans le relief du sol plus ancien.

Composée presque entièrement d'argiles sableuses et de marnes, elle offre une proie facile aux eaux toutes les fois que ses pentes sont dénudées. Il s'en est donc fait une immense destruction. Cependant les nappes volcaniques, qui ont commencé à se répandre dès l'origine des temps pliocènes et peut-être antérieurement, en ont couvert et protégé de très-grandes masses, qui, sans ce bouclier, auraient été vouées à une ruine infaillible. Grâce à cette circonstance, particulière à l'Auvergne et au Velay, nous pouvons juger de l'extension très-considérable qu'ont eue ces assises jusqu'au sein des régions qui constituent le groupe des montagnes de la France centrale. Et pourtant l'action de la mer ne semble pas y être intervenue, car les faunes tertiaires se sont jusqu'ici montrées exclusivement lacustres ou terrestres.

L'un des deux bassins qui les ont reçues renfermait tout le milieu de cette région que l'œil aperçoit des hauteurs voisines du Puy, en outre l'Emblavès, quelques vallées accessoires remontant aux confins du Vivarais, et s'étendait jusqu'aux environs d'Aurec et de Craponne, au-dessus des sillons où coulent la Loire et l'Ance. Les sédiments tertiaires y for-

ment aujourd'hui deux dépôts très-importants, de part et d'autre de la côte granitique de Chaspinhac et de Peyredeyre; le premier, au centre duquel est à peu près la ville du Puy, le second qui a couvert le pays appelé Emblavès et une grande zone au delà, par dessous les montagnes de phonolithe situées au nord-ouest du Meygal. Ils s'y trouvent aussi en beaucoup de petits lambeaux disjoints. Tout cela constituait autrefois un même ensemble. Pour s'en convaincre, il suffit de remarquer combien sont étroits les intervalles de séparation et de considérer que sur ces intervalles, les îlots de sédiments sauvés par les basaltes atteignent le plus souvent des niveaux plus élevés que le granite voisin. Peut-être la côte de Chaspinhac surgissait-elle en long promontoire au-dessus des terrains stratifiés; mais à coup sûr elle ne les divisait pas entièrement. Sous les phonolithes et sous quelques basaltes très-anciens, leurs altitudes surpassent en bien des lieux 1,400, quelquefois 1,400 mètres. Leurs couches cependant, sauf quelques exceptions rares et très-circonscrites, sont horizontales ou faiblement inclinées. On peut observer que deux fois la Loire, dans le creusement de sa vallée, a quitté les fonds argileux pour s'engager dans les défilés granitiques, entre le confluent de la Borne et la petite plaine de Saint-Vincent, entre cette localité et Chamalières.

L'autre dépression où des sédiments de même époque se sont accumulés est celle de la vallée de Brioude qui forme aujourd'hui le fond et n'est que l'extrémité méridionale du bassin bien plus vaste de la Limagne d'Auvergne. Là aussi, à côté du gisement principal, des fragments épars témoignent d'une antique extension beaucoup plus grande et nous apprennent que les gneiss des montagnes de Blesle, comme ceux des collines situées entre ce bourg et Brioude, étaient autrefois sous des strates tertiaires.

L'encaissement, plus haut signalé, dans les montagnes gneissiques et qui enclot autour de la ville de Paulhaguet une plaine d'une certaine étendue, renferme encore un assez large lambeau d'argiles, qui se rattachait probablement sans discontinuité aux dépôts brivadois.

Les couches tertiaires n'arrivaient pas sur les versants de l'Allier à la même hauteur que dans le Velay. Si, par exemple, on en compare les altitudes des deux côtés du dos des montagnes de Fix, ce qui est rationnel, parce que les émissions de basaltes qui se sont faites de part et d'autre sont très-similaires et ont dû embrasser la même période des temps géologiques,

on trouve, à l'est, le maximum de 900 mètres auprès de Limandre, à l'ouest, celui de 625 mètres seulement au-dessus de Paulhaguet. Disons pourtant, pour qu'on ne soit pas conduit à tirer de cette différence des conséquences outrées, que les piédestaux de marnes et d'argiles qui portent certaines tables basaltiques des environs de Clermont montent à 700 mètres environ. Et même, à l'ouest de Blesle, sous le volcan d'Antrac, il y a des marnes miocènes à plus de 900 mètres ; mais ce dernier point se rapproche de la montagne de Cézalier, vers laquelle se relèvent toutes les nappes basaltiques environnantes et qui paraît avoir été un centre d'exhaussement. En somme, soit que l'on considère des chiffres moyens, soit qu'on s'attache de préférence aux chiffres maximum, on reconnaîtra que les assises recouvertes par les plus anciennes coulées de basalte sont notablement plus élevées dans le Velay que dans la Limagne.

La raison en est facile à comprendre. Les lacs, les marais et les vallées tertiaires du Velay étaient suspendus au-dessus des mers et des plaines dans une enceinte de roches primordiales, et leurs eaux pour se déverser dans le bassin du Forez ne devaient trouver écoulement que par une gorge à forte pente. La Limagne au contraire, entourée de montagnes à tous les autres aspects, était comme aujourd'hui ouverte au nord. Ses sédiments miocènes se rattachent par de vastes étendues et sans interruption à ceux du Bourbonnais, du Nivernais, et par delà à ceux de la France occidentale et septentrionale. De ce côté, nulle ligne de montagnes ou même de collines quelque peu hautes. Les seules barrières qui aient pu exister entre les nappes d'eau douce qui s'étalaient jusqu'aux bords des mers de Paris et de la Basse-Loire étaient des éminences à peine saillantes soit de la formation tertiaire elle-même, soit des formations jurassique et crétacée du Nivernais, dont les positions ont dû souvent changer par les lentes oscillations de l'écorce terrestre et par les apports alluvionnels.

Cette continuité des dépôts miocènes depuis les anciennes mers jusqu'au centre de l'Auvergne, dont les variations locales de composition minéralogique et de faune ne détruisent pas l'évidence, confirme les conséquences qui ont été ci-dessus de la seule structure de la région primordiale. Les lacs et les fonds où ils se constituaient ne pouvaient être que fort peu élevés au-dessus de l'Océan. Je viens de signaler les niveaux qu'ils atteignent actuellement dans la Limagne. Il y a donc eu

dans les époques géologiques récentes un soulèvement général de la contrée.

Des argiles sableuses et des argiles marneuses forment, comme je l'ai dit, la plus grande partie des sédiments tertiaires. Les grains de sable, qui même dans celles-ci existent le plus souvent en assez grande abondance, sont quartzeux et feldspathiques, empruntés évidemment aux roches primordiales encaissantes. Ils sont anguleux ou peu arrondis, ce qui indique qu'ils n'ont pas été transportés de très-loin, parfois assez gros. Le lessivage prolongé des eaux pluviales, qui délayent et entraînent l'argile ou la marne, a condensé le sable à la surface sur toutes les pentes de ces terrains et leur a souvent ainsi donné beaucoup de ressemblance avec les sols de granite désagrégé, ce qui a fait méconnaître la véritable extension de la formation tertiaire. Mais dans tous les escarpements et dans tous les ravins de quelque profondeur, leur stratification est évidente. Un autre caractère qui ne laisse point place à la confusion est qu'ils contiennent fréquemment des pierres calcaires en rognons disséminés ou en minces couches de surface irrégulière et qu'en certaines localités moins nombreuses ils contiennent des silex.

Les argiles présentent de notables diversités dans la proportion de leurs éléments et dans leurs nuances, non-seulement entre les assises qui se sont superposées, mais entre des assises contemporaines quand on change de région. Les couches d'autre composition, calcaires, gypseuses, ou siliceuses, sont sujettes à s'amoinrir ou à se dénaturer. Les enseignements tirés des fossiles font d'autre part défaut pour étendre à l'universalité de la formation des subdivisions stagiaries ; car si la faune s'est montrée nombreuse et variée auprès du Puy, où les ossements, ramenés au jour par les travaux des carrières, ont été soigneusement recueillis et étudiés, on n'a découvert que fort peu de débris organisés dans les dépôts de la même période hors des environs de cette ville. Il est donc très-difficile de marquer avec certitude des horizons généraux. J'essayerai cependant de suivre les traces des importants bancs de calcaire qu'on exploite entre le Puy et Espaly.

C'est en ce lieu, centre d'un des deux grands dépôts tertiaires du Velay, que la formation est la plus riche en succession de bancs caractérisés par des éléments minéralogiques différents et en débris d'animaux disparus. C'est donc là qu'il convient de l'étudier d'abord. La description des sédiments mis

à nu par les vallées de la Borne et de la Dolaison a été donnée en détail par Bertrand de Doue, et la tâche de rendre compte des faunes qu'ils renferment appartient à de plus autorisés que moi. Je me bornerai à en rappeler très-sommairement la nature et la superposition.

A la base, sont des argiles un peu marneuses, grises et rougeâtres, dépourvues de fossiles. On les voit très-bien vers le confluent des deux rivières et en amont d'Espaly et de Cormail. Elles ont une grande puissance.

Viennent ensuite des bancs intercalés de gypse ordinairement fibreux et de marnes bleuâtres et jaunâtres, formant un ensemble peu épais. Ces gisements gypseux, qui sont l'objet d'exploitations dont l'importance va diminuant parce qu'ils s'épuisent, sont très-circonscrits. On les connaît en trois points : sur les pentes occidentales du mont Anis (qui porte la plus grande partie des constructions du Puy); en face, sur la rive opposée de la Borne, à Cormail, proche Espaly. Ils disparaissent sous la vallée, plongeant doucement les deux premiers à l'ouest, le troisième en sens contraire, et il est probable qu'ils se joignent souterrainement : leur étendue dans cette hypothèse serait d'environ 3 kilomètres. Hors de là, ils n'existent pas. Les restes des mammifères qu'on y a découverts les font regarder comme contemporains des gypses de Montmartre, quoiqu'il n'y ait pas identité des espèces. Ils appartiendraient donc aux temps les moins anciens de la période éocène.

Au système gypseux succèdent des couches alternantes de calcaires tendres et de marnes grises et blanches, dont l'ensemble présente au moins une centaine de mètres. Trois bancs calcaires, épais d'un à deux mètres, y sont exploités activement. Outre les coquilles de limnées et de planorbes qu'on trouve en abondance et quelques débris d'insectes, il en a été retiré beaucoup d'ossements de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, dont plusieurs caractérisent des espèces particulières. Les paléontologistes sont unanimes pour rapporter cette faune au terrain miocène inférieur.

Autour de la ville même, et notamment sur les flancs de la colline de Ronzon dans lesquels ont été creusées les carrières, les calcaires et leurs marnes apparaissent comme les assises les plus hautes de la formation; cependant, à l'ouest de Ronzon, dans un petit ravin menant vers Ceyssac, on observe à un niveau un peu plus élevé des marnes grises et bleues, exemptes

de lits calcaires. Quelques bancs calcaires minces qu'on voit auprès du rocher de Ceyssac ; au Collet, dans le val de Polignac, sous les plateaux de Chambeyrac et de l'Oulette, et même vers Soddès et Coujac proche Saint-Paulien, sont assez manifestement le prolongement amoindri ou partiel du système de Ronzon à l'ouest et au nord. Si on remonte plus à l'ouest la Borne et les ruisseaux affluents, ou si on examine les fonds et les pentes occidentales des vallons de Blanzac et de Saint-Paulien, on se retrouve dans les argiles et les marnes inférieures, qui deviennent en général sableuses ou granuleuses sur les confins granitiques, et dont les strates ont le plus ordinairement une légère inclinaison vers l'est et le sud-est. Parfois on y rencontre des rognons ou de minces lits concrétionnés de calcaire, particularité que les couches correspondantes présentent aussi à côté du Puy.

Sur la rive droite de la Loire, à Fay-la-Triouleyre et à Monteil, les mêmes argiles ont leurs assises inférieures rouges et très-sableuses, et l'agglutination du sable y constitue en quelques endroits des bancs de grès tendre. Elles sont au contraire surmontées par des marnes blanches ou un peu grises (elles offrent surtout cette dernière teinte lorsqu'elles sont fraîchement entaillées), nettement et régulièrement stratifiées en lits nombreux, qui inclinent très-doucement à l'ouest et qui forment la partie supérieure des piédestaux des montagnes basaltiques de Doue, de Brunelet et de la Chaux-de-Fay. Je considère ces marnes blanches comme les représentants des calcaires et marnes de Ronzon.

C'est en allant au sud-est que l'on peut suivre le plus au loin et avec le plus de certitude le prolongement des bancs calcaires. On les a un peu exploités au-dessous de Taulhac. Ils sont très-visibles et très-réguliers sur un grand escarpement qu'a taillé l'érosion de la Loire, vers le hameau des Forges. Sur la rive droite du fleuve ils occupent le large fond de la vallée de Magnore, une partie des pentes des montagnes de Saint-Maurice, de Rochaubert, des Bouiroux, sont très-apparents sous le plateau basaltique de Couteaux, et par delà s'étendent dans la vallée de Lautriac. Ceux qu'on trouve autour des buttes basaltiques de Peylanc et de Peynastre appartiennent probablement encore au même horizon. Sur les montagnes de Saint-Maurice, de Rochaubert et de Bouzols on voit fort bien que cette série d'assises n'a pas été la dernière de la formation ; car

entre elle et les basaltes des sommets sont d'autres argiles marneuses et sableuses assez épaisses.

Au sud de ces localités, jusqu'au Monastier et à Laussonne, la partie inférieure du terrain tertiaire ne consiste plus qu'en une masse puissante d'argiles sableuses. La plupart de leurs assises sont blanchâtres ; quelques-unes sont colorées en rouge vif par de l'oxyde de fer. Outre les graviers quartzeux et feldspathiques, elles contiennent des chailles siliceuses, qui sont très-abondantes en certains points de la surface, d'où les eaux ont emporté les matériaux les plus ténus. Beaucoup de ces chailles sont assez grosses, et l'usure des frottements n'a pas été jusqu'à leur faire prendre la forme sphéroïdale, mais a seulement arrondi leurs angles. Leur structure est un peu grenue et leur dureté n'est pas des plus grandes. M. Vinay a récemment constaté qu'elles contiennent des empreintes évidentes et nombreuses de posidonies et d'ammonites, et l'examen de ces fossiles démontre qu'elles appartenâient primitivement à des bancs de l'étage oolithique inférieur.

Où étaient situés les bancs jurassiques dont on n'a jusqu'ici retrouvé dans la Haute-Loire que ces débris déplacés ? Je doute qu'on arrive à en découvrir aux environs du Monastier et du Mézenc, où quantité de ravins ont permis d'observer à vif le contact du granite avec les argiles ou les basaltes. Pourtant les chailles ne semblent pas avoir été charriées de loin. Quelque portion des couches où elles étaient engagées est-elle restée ensevelie sous les vastes nappes volcaniques des hauts plateaux ? Ou, ont-elles entièrement disparu, comme il est arrivé dans le Mâconnais des couches de la craie, dont l'ancienne existence ne se manifeste plus que par des silex répandus dans des dépôts alluvionnels ? On sait qu'aux environs de Privas, le terrain jurassique est très-développé et atteint une grande altitude : il serait intéressant, pour éclairer la question qui nous occupe, d'en relever exactement les limites sur les montagnes qui s'approchent du Mézenc.

Les terrains de la même formation qui ont rempli les fonds de l'Emblavès, qui supportent une grande partie des montagnes phonolitiques situées au nord du Mézenc et des basaltes voisins, ou qu'on observe dans le bassin de Bas et de Monistrol-sur-Loire, sont, dans leur généralité, d'une structure très-monotone, quoiqu'en certains points leur épaisseur atteigne 300 mètres. Des argiles sableuses et marneuses, mais surtout sableuses, ordinairement blanchâtres, quelquefois grises, quel-

quefois aussi teintées de rouge dans leurs assises inférieures, stratifiées horizontalement ou avec fort peu d'inclinaison, en constituent la masse entière. Elles contiennent en différents niveaux des concrétions de carbonate de chaux très-inégalement répandues et englobant souvent des grains quartzeux.

L'un de ces niveaux se fait remarquer par une plus grande constance de l'élément calcaire et par des lits qui, en quelques endroits, sont assez épais pour avoir motivé des constructions de fours à chaux, aujourd'hui d'ailleurs tous abandonnés. Il règne autour de la montagne de la Madeleine, à la base de son vaste piédestal argileux (là étaient les exploitations de Saint-tignac et de Jussac, qui ont eu assez longue durée), sur les flancs oriental et septentrional du massif des montagnes de Malataverne et du Gerbizon, de l'autre côté de la Loire auprès d'Artias. Dans l'Emblavès, il se manifeste par des marnes assez épaisses, mêlées de calcaire, qui entourent les pitons basaltiques de Ceneuil, de Malleys, de Courniol, des Sucs-Rouges, le plateau de la Plaine. Les analogies de nature minéralogique et de position m'inclinent à le regarder comme un représentant fort amoindri du système de Ronzon.

Sur la pente sud de la montagne de Glavenas, les calcaires deviennent très-siliceux et affectent, dans plusieurs de leurs lits, une structure rubannée : ils passent même à de véritables silex de couleur blanche ou jaunâtre, parfois nuancée de gris. Des lits semblables se voient à l'entour des buttes basaltiques d'Alibert, de Chauvains et de Jalet. Des silex plus foncés, qu'on trouve sous la plaine de Ferrières, auprès d'Araules, de Fayle-Froid, appartiennent probablement au même horizon.

A l'est de Saint-Pierre-Eynac, la formation tertiaire présente, sur un espace très-circonscrit, des caractères tout particuliers, qui, cependant, se rattachent à ceux des couches siliceuses et marneuses dont il vient d'être parlé. Comme Bertrand de Doue a fort habilement observé les assises de cette localité et les a décrites dans son ouvrage avec détails et exactitude, je ne ferai qu'en rappeler brièvement la succession. On trouve, reposant sur le granite et sur quelques bancs d'un grès ressemblant aux arkoses, un conglomérat grossier, à ciment argileux d'assez grande dureté, qui englobe des fragments de granite, de gneiss, de quartz et de marne, ces derniers un peu bulleux, et qui a une grande épaisseur. Au premier aspect on l'assimilerait volontiers aux conglomérats basaltiques qui abondent dans le Velay; mais il est complètement dépourvu de fragments d'ori-

gine volcanique. Cette roche est recouverte par une couche plus ou moins dégradée de grosses pierres siliceuses, dont la teinte varie du brun foncé au blanc. Au-dessus, se superposent des lits nombreux de marnes feuilletées grisâtres et blanches, en partie silicifiées, entremêlées de quelques minces lits de tufs à petits fragments. Bertrand de Doue y signale des empreintes de végétaux et notamment de feuilles de plantes dicotylédones. Je croirais que ce singulier dépôt s'est formé sous l'influence de puissantes sources minérales et thermales. Le conglomérat s'expliquerait par l'agitation tumultueuse qu'elles communiquaient pendant la première période de leur émission à l'eau du bassin dans lequel elles se répandaient, ensuite elles auraient produit la couche entièrement siliceuse et la silice qui a imprégné diverses couches de marnes. Dès qu'on a dépassé un plateau à l'est de Saint-Pierre-Eynac, on retombe dans les argiles et les marnes ordinaires. Des pierres de quartz résinite éparses marquent seulement la trace prolongée du gros banc siliceux.

Dans les tranchées naturelles des escarpements et des ravins, on peut observer quelques cassures ou rejets qui ont coupé et déplacé les assises tertiaires. Ils n'ont qu'une faible amplitude et n'ont pas dérangé notablement l'allure de la stratification. En parlant ainsi, j'omets toutefois certains bouleversements dont il sera question plus tard, qui paraissent des phénomènes étroitement localisés, sans influence marquée sur l'ensemble des sédiments, et qui, je pense, ont été un effet des convulsions volcaniques.

J'ai montré plus haut combien ont été vastes les dépôts de cette période que les granites du Velay ont enfermés. Faut-il supposer qu'un lac les recouvrait en entier? Je ne le crois nullement nécessaire. D'abord, les eaux ont pu subir bien des déplacements graduels durant les longs siècles des temps éocène et miocène. En second lieu, les argiles sableuses, à part les situations qu'elles occupent, et à part les rognons et les concrétions calcaires, dues probablement à des sources minérales disséminées, sont fort analogues aux terres fortes que les actions atmosphériques amassent de nos jours sur les faibles pentes des montagnes primordiales ou sur les lisières des plaines qu'elles bordent. Elles ont donc pu avoir en grande partie cette origine, et leurs gisements ne nous indiquent, d'une manière sûre, que l'étendue des antiques bassins et des antiques vallées.

Les sédiments tertiaires de l'arrondissement de Brioude ont une grande similitude avec ceux des environs du Puy, quoiqu'il y ait toujours eu complète séparation entre les uns et les autres. Des argiles compactes, un peu sableuses, jaunâtres ou bariolées de blanc, de jaune et de rouge lie de vin, à stratification peu apparente, en forment la plus grande masse. Elles contiennent çà et là des rognons calcaires, dont l'intérieur représente souvent des géodes tapissées de cristaux. En deux ou trois endroits, on y peut aussi récolter des cailloux de silex aux taches noires ou blanches.

Un système de couches calcaires règne sur une assez grande étendue au nord-ouest ou à l'ouest de Brioude. Auprès de Bard et de Barlière, lieu où il a le plus de puissance, il consiste en plusieurs bancs exploités, qui donnent une chaux un peu hydraulique, alternant avec des marnes et des grès tendres ou mollasses. Mêmes alternances auprès de Paulhac, où sont aussi des exploitations. A peu de distance des carrières de Bard, sur les côtes de la Roche et de Lauriat, le calcaire devient compacte et parfaitement exempt d'éléments argileux, mais contient souvent des grains de quartz. A Beaumont, la mollasse devient la roche principale. Des assises de sables, mêlées de grès friables, qui affleurent plus au nord vers Oliandre, sont probablement encore la suite des mêmes assises. On trouve dans ce calcaire des Limnées et des Planorbes, et dans les couches qui lui sont subordonnées, M. Bravard a découvert auprès de Bournoncle-Saint-Pierre des ossements de mammifères et de reptiles de l'époque miocène. Ce système incline très-légèrement vers l'est. Il forme la partie supérieure des terrains de la plaine brivadaise, de même que celui de Ronzon domine les strates des vallées du Puy, et il est impossible de ne pas les regarder comme synchroniques. L'horizon calcaire, plus ou moins développé, se voit encore sur beaucoup d'autres points éloignés de ceux que je viens d'indiquer, près de Côte-Rouge, sur la rive droite de l'Allier, à Zorlange, à Chambezou, au-dessus de Grenier-Montgon et de Blesle, et plus haut sur la pente de la montagne d'Autrac.

A Chambezou, il est recouvert d'une grande épaisseur d'argiles sableuses et de sables, avec quelques bancs de mollasses, qu'un plateau basaltique a préservés, ce qui montre, comme nous l'avons déjà vu dans le Velay, qu'il n'a pas constitué les derniers dépôts de l'âge miocène.

En quelques endroits de cette formation, des bancs argileux

ou sableux sont très-imprégnés d'oxyde de fer hydraté. Ainsi, à l'ouest de Brioude, au-dessus de la route de Saint-Flour, on voit un grès dont cette substance est le ciment. Des boulets de minerai de fer, à surface mamelonnée, et parsemés de grains quartzeux dans leur intérieur, qu'on trouve disséminés en assez grand nombre sur la côte gneissique qui s'élève au sud de Lempdes ont même origine : ce sont des débris des sédiments détruits par les érosions qui, en vertu de leur pesanteur, sont restés sur place.

Une faille, beaucoup plus considérable qu'aucune des autres que j'aie observées traversant les terrains de même nature, a marqué profondément son empreinte dans la grande vallée de Brioude. Elle borde la côte calcaire qui se continue de Beaumont à Bournoncle, le long d'un escarpement orienté au nord 25 degrés ouest, c'est-à-dire à peu près parallèle à la chaîne de la Margeride, et elle a déterminé le creusement d'une vallée que suit le chemin de fer et dont la ligne de thalweg présente deux pentes inverses, aboutissant à une sorte de col. Les bancs calcaires qu'elle a tranchés ont presque entièrement disparu du côté de l'ouest où le terrain a été soulevé : il n'en est resté qu'un témoin qui couronne une butte conique et qui a été exhausé de 70 ou 80 mètres. La coupe ci-jointe représente ce mouvement du sol, ainsi que la composition des couches.



Sur la ligne de la faille, mais dans une direction qui oblique sur elle de 45 degrés vers l'ouest, surgit, un peu au nord de la

section représentée, un très-beau et large dyke de basalte, sur lequel était bâti le château féodal de la Roche.

Quant aux dépôts du bassin de Paulhaguet, ils appartiennent au système des assises inférieures et consistent presque exclusivement en argiles bariolées fort compactes, à stratification imparfaite et ne contenant pas beaucoup de grains sableux. Je n'y ai trouvé de concrétions calcaires qu'auprès du village de Chassagnes. Les dépôts situés entre la rive droite de l'Allier et Javanges, qui occupaient le golfe où venaient déboucher les eaux de ce bassin, présentent aussi le même caractère, et quelques-unes de leurs argiles, riches en oxyde de fer, ont une dureté qui peut se comparer à celle des grès tendres ou des calcaires marneux.

Un certain nombre des fissures des roches primordiales qui sont en communication avec les laboratoires souterrains, où s'engendrent les eaux minérales et les émanations d'acide carbonique, se sont trouvées recouvertes par les argiles tertiaires. Aux Estreys, village situé dans la vallée de la Borne, six kilomètres en amont du Puy, la source, dont le volume est assez abondant, s'est fait jour à travers ces couches et à travers le sable d'alluvion, ainsi qu'il est arrivé en beaucoup de localités de l'Auvergne. Aux environs de Vergongheon et de Frugère, dans le bassin de Brioude, la couverture, trop épaisse, trop compacte et trop peu fracturée, a emprisonné les eaux et les gaz, ou en ralenti l'émission au point qu'elle est inappréciable; mais les bancs et les poches auxquels une plus grande proportion de sable donne une certaine perméabilité se sont remplis d'acide carbonique, qui s'y est accumulé à une haute pression. Il en résulte une cause particulière de péril dans les travaux de foncement. Des puits creusés pour la recherche de la houille ont été arrêtés dans les assises tertiaires par de véritables explosions gazeuses, qui les inondaient brusquement d'air irrespirable, ainsi que leurs abords, et qui en même temps soulevaient des mottes d'argile et démolissaient en partie les parois maçonnées : ces accidents ont été deux fois funestes aux ouvriers.

Terrain des phonolithes et des trachytes.

Tous les sédiments miocènes s'étaient constitués lorsque on commencé les éruptions volcaniques intermittentes, qui se sont continuées jusqu'aux âges modernes et qui ont couver

de leurs produits une vaste partie de la contrée. Ces phénomènes se sont manifestés dans la Haute-Loire par deux formations que différencient d'une manière fort tranchée, malgré des transitions locales et des laves intermédiaires, la composition minéralogique aussi bien que l'aspect des masses, et qui correspondent dans l'ordre des temps à deux périodes successives.

Les roches d'abord émises par les foyers souterrains ont été, comme en Auvergne, des trachytes et des phonolithes; mais tandis qu'en Auvergne les premiers dominent de beaucoup et les phonolithes n'occupent que des espaces relativement restreints, l'abondance de ceux-ci a caractérisé partout l'âge volcanique le plus ancien du Velay, et les trachytes qui leur sont intimement associés semblent n'être que le résultat d'un autre mode d'agrégation physique des mêmes éléments minéraux.

Les uns et les autres sont formés d'une pâte feldspathique, qui habituellement englobe des cristaux de feldspath. Ces cristaux, en général de petite dimension, sont le plus souvent allongés, fréquemment translucides, striés de sillons parallèles, et de cette variété qu'on appelle feldspath vitreux et dont la base alcaline est en partie la soude.

Dans les phonolithes, la pâte présente une structure compacte et demi-vitreuse, une cassure cireuse ou esquilleuse, une certaine translucidité sur les angles des fragments qui se sont séparés en minces éclats, une couleur grise plus ou moins foncée, quelquefois tirant un peu sur le rose, quelquefois tigrée ou mouchetée par des taches de nuance plus sombre. Elle est cassante et très-souvent vibrante et sonore sous le choc. Outre les petits cristaux de feldspath lamellaire ou strié, on n'y trouve guère d'autre minéral cristallisé que des lames d'amphibole noire, dont la présence n'est d'ailleurs pas très-commune, et de très-petits grains de fer oxydulé que l'œil aperçoit à peine, mais qui communiquent à certains échantillons une action magnétique énergique.

La structure des trachytes est grenue, rugueuse au contact. Celles de ces roches qui ont de la dureté et sont, par suite, susceptibles d'être exploitées pour la taille, sont d'une teinte grise-claire ou grise-bleuâtre, sur laquelle les cristaux feldspathiques se dessinent en blanc; car elles sont pour la plupart porphyroïdes. Plus ordinairement, les trachytes du Velay sont d'une couleur blanchâtre ou grisâtre et d'un aspect demi-terreux; très-souvent, leur pâte paraît composée d'une multitude

de petites écailles assez fortement soudées entre elles et douées d'un léger éclat nacré, particularité de structure qui s'observe rarement dans ceux de l'Auvergne. L'amphibole noire, en cristaux prismatiques et allongés, est fréquente et ne manque presque jamais dans les variétés porphyroïdes. On rencontre aussi, mais bien moins abondamment, le mica, le titane, rarement des zéolithes.

Les scories fragmentaires ou agglutinées, qui se voient en grandes masses au milieu des trachytes du Mont-Dore et du Cantal, et qui témoignent d'une manière si claire de leur parenté avec les laves plus récentes, n'existent pas dans les trachytes du Velay, du moins dans ceux qui appartiennent à la formation phonolithique; car nous verrons plus loin qu'aux plus anciens basaltes sont associées certaines laves feldspathiques dont les caractères sont tout autres; en un petit nombre de points seulement la roche porphyroïde est un peu bulleuse et percillée. On n'y trouve pas non plus de conglomérats proprement dits.

Les masses de phonolithes et de trachytes sont découpées par de nombreuses fractures en grosses colonnes irrégulièrement prismatiques, dont les sections sont au moins aussi souvent quadrangulaires qu'hexagonales ou pentagonales. Des plans de division transversaux, perpendiculaires ou obliques aux principales arêtes, partagent les prismes en blocs polyédriques ou en dalles. Les phonolithes présentent aussi très-fréquemment de nombreux plans parallèles de division ou de clivage, qui leur donnent, s'ils sont fort rapprochés, une structure feuilletée et demi-schisteuse; ils se débitent alors en plaques ou en grosses lames. Quand ces lames ont des faces planes et régulières, et que leur épaisseur ne dépasse pas trois ou quatre centimètres, on les emploie dans le pays, sous le nom de *lauzes*, pour la couverture des maisons.

Les fractures, qui offrent partout aux eaux un passage facile, ont sans aucun doute fortement contribué à la destruction d'une grande partie des montagnes de cette formation, même de celles dont la pierre est la plus dure, d'autant que beaucoup d'entre elles ont des bases très-peu résistantes, soit d'argile sableuse, soit de granite désagrégé.

L'action atmosphérique très-prolongée attaque, à la surface, les phonolithes et les trachytes compacts, et les recouvre d'une croûte blanche et terreuse, qui a quelquefois un centimètre d'épaisseur et qui d'ailleurs s'use et disparaît aisément

à mesure qu'elle augmente. L'altération des roches tendres ou poreuses est évidemment beaucoup plus rapide et pénètre beaucoup plus profondément. Ainsi s'est produite une terre détritique abondante et de nature particulière, fine et un peu onctueuse au toucher, tenace et résistante à la charrue, sans être liante et délayable comme l'argile, d'une couleur légèrement rosée. Cette terre, dans laquelle les blocs anguleux sont inégalement répandus, entoure au loin chaque éminence, en voile les abords et les pentes, dont souvent on ne parvient à reconnaître la nature que par une exploration attentive et minutieuse.

Les variétés de roches ci-dessus décrites, qui passent les unes aux autres par toutes transitions, n'occupent pas des gisements qu'on puisse délimiter entre eux d'une manière précise, mais composent essentiellement un même ensemble. On peut pourtant noter que les trachytes gris porphyroïdes ou homogènes d'où l'on tire des pierres de taille se rencontrent dans des buttes de dimensions moyennes plutôt que dans les plus grandes masses. Quant aux trachytes tendres et blanchâtres, ils forment la partie inférieure d'un grand nombre de montagnes dont les sommets sont phonolithiques. La Société géologique en a vu un remarquable exemple au pic de Saint-André. Ces divergences de structure me paraissent avoir été principalement déterminées par des causes inhérentes à la composition chimique, analogues à celles dont dépend l'apparence des substances vitrifiables qui ont subi la fusion, c'est-à-dire par une fluidité originelle plus ou moins imparfaite des matières sorties du sein de la terre, par un refroidissement lent et calme ou relativement rapide. Il se peut fort bien, comme l'a fait remarquer Bertrand de Doue, que l'on ne trouve aujourd'hui, sur les sommets, que les variétés les plus tenaces, parce que ceux qui étaient composés de roches tendres ont été emportés par le temps.

Toute cette formation, qui commence dans l'Ardèche aux environs de Sainte-Eulalie et finit un peu au delà de la Loire, serait comprise dans une bande de médiocre largeur, dont la direction moyenne irait à peu près du sud-sud-est au nord-nord-ouest (voir la carte). Mais si on examine plus en détail le groupement de ces montagnes, on reconnaît qu'il se répartit plutôt en une série d'alignements sud-nord, qui se déplacent par plusieurs transports vers l'ouest à mesure qu'ils se rapprochent de la Loire. Tels sont ceux que présentent,

dans l'Ardèche, les pics du Ligneux, du Gerbier de Jonc, de Sara et de Tournon; dans la Haute-Loire, les cîmes du Mézenc, de Roffiac, de Lizieux et de Batezard; les massifs du Megal et de Marine; les aiguilles de Dragy, avec les monts Raud et Artemère; les puits de Loségat, de Jaurence et de Glavenas; enfin ceux de Jalore, d'Eymoran et de Gerbizon. D'autres groupes moins nombreux affectent des orientations sud-est nord-ouest, parallèles à la côte de granite plus haut signalée qui sépare l'Emblavès et la région phonolitique du bassin du Puy. Ainsi s'alignent les sommets d'Eyme, d'Orcher et de Gerbizon; le massif du Pertuis, entre Loségat et le Raud; les sommets de Chéron, de Pidgier et de la Huche-Pointue, ainsi que l'énorme dyke qui constitue cette dernière montagne.

Une interruption apparente d'assez grande largeur, qui n'est en réalité qu'un voile déchiré en quelques points, divise le massif du Megal des phonolithes qui avoisinent le Mézenc. De ceux-ci on ne voit que les éminences, car, dès l'origine de la période basaltique, d'immenses et nombreuses laves ont inondé le pays, et après avoir couvert les vallons, les plaines et les basses collines, ont constitué un grand plateau qui, malgré son élévation, ne s'est jusqu'ici bien profondément sillonné que sur les bords. Là où quelque partie du sol plus ancien perce le basalte, on voit tantôt le granite, tantôt le phonolithe. Le Megal et les montagnes situées plus au nord ont été, au contraire, pour la plupart déchaussées au-dessous du roc volcanique. Le démantèlement a encore été plus grand pour celles de l'Ardèche, qu'environnent d'énormes précipices. Les nappes basaltiques du Mézenc se prolongeaient pourtant autour des pics du midi, moins épaisses il est vrai, comme on le voit par d'étroits lambeaux qui sont restés suspendus entre les ravins et qui couronnent d'étroites crêtes, remarquables par l'égalité de leurs niveaux.

Rien de plus varié et de plus pittoresque, souvent de plus bizarre que les formes des montagnes phonolithiques. Le Mézenc, Alambre, Tourte sont de vastes buttes allongées, ressemblant à des *tumulus* gigantesques. Autour d'eux Signon, Cheyron et plusieurs autres sont des buttes à peu près coniques : cette forme se manifeste d'une manière plus saillante encore dans les montagnes de Pidgier et de Freysselier, qui sont situées dans l'Emblavès; elle est très-commune dans des rochers de moindre volume qui escortent les grandes masses, en se tenant à quelque distance de leurs flancs ou sur leurs pentes

mêmes. Les phonolithes du Megal et des montagnes du Nord figurent ordinairement de grosses bosses irrégulières, des dômes aplatis, ou de stables rocheuses, terminées par des escarpements abruptes et analogues à celles que présentent les basaltes, mais pour la plupart beaucoup plus épaisses. Plusieurs sommets isolés, Jalore, Eyme, Glavenas, Artemère, enfin ceux de la Madeleine, qui est la montagne la plus septentrionale, sont des débris de pareilles tables, réduites à d'étroites surfaces. Des rochers s'élancent en pics ou en dents aigües, que de loin on croirait inaccessibles : ils sont nombreux entre Yssengeaux et Araubes ; dans l'Ardèche, aux environs de Borée et auprès des sources de la Loire : telles sont encore deux sortes d'obélisques qui, à l'Est de Saint-Julien Chapteuil, servent à l'entrée du cirque de Monedeyre. La Huche-Pointue et Monac ont l'aspect d'énormes pans de murailles alignés au cordeau.

Presque toutes ces masses constituent des montagnes dominant à la fois le sol granitique ou le sol tertiaire qui le supporte et les basaltes qui les entourent. Il y a cependant de rares exceptions. Les petits rochers de Chamblas, dans l'Emblavès, de Costètes, près Saint-Julien-Chapteuil, sont tout au fond des vallées. Certains phonolithes, au sud du Mézenc, qui se dressent en cimes aigües, plongent d'autre part au milieu du granite découpé par les ravins : on voit par là qu'ils ont sur place leurs filons ou leurs cheminées d'émission. M. Robert a montré à la Société géologique, au pied du mont Saint-André, le contact du terrain tertiaire et du trachyte blanc, qui se fait sur une surface à peu près verticale. Une bande, qui traverse un vallon argileux au-dessus de Saint-Hostien, semble être de même une racine du mont Pidgier.

Les roches de cette espèce n'ont pas toutes dans la Haute-Loire le granite pour pied, comme on l'a cru à tort. Il s'en faut de beaucoup ; car celles de l'Emblavès et la plupart des montagnes qui sont au nord du Pertuis et d'Araules sont assises sur une base d'argile tertiaire. La difficulté d'observer les contacts sur les pentes encombrées de ruines explique cette erreur, que toutes les cartes publiées reproduisent, mais qui disparaît, sans laisser place au doute, dès qu'on scrute le terrain avec une suffisante attention.

Le rang chronologique de la formation établi par Bertrand de Doue, entre les sédiments miocènes du pays et l'apparition des basaltes, ne saurait être contesté ; car nulle part les couches d'argile sableuse ne la recouvrent, et les mon-

tagnes ou les roches dont je viens de parler ne passent pas sur des laves basaltiques. On peut, au contraire, observer en plusieurs lieux, d'une manière manifeste, la superposition de ces dernières, par exemple, aux environs de Fay-le-Froid, de Champclause et de Montusclat, entre Yssengeaux et la montagne de Marine. Comme on n'a d'ailleurs jusqu'ici trouvé dans ce terrain aucun vestige d'êtres organisés, on ne peut rien affirmer de plus précis sur la durée et le synchronisme de la période qu'il embrasse.

La nature minéralogique ambigüe de certaines nappes et de certains rochers, qui tiennent à la fois du basalte et du phonolithe, les laves feldspathiques associées sur les plateaux du Mézenc aux basaltes anciens ne permettent pas de supposer qu'il y ait eu entre les émissions des deux espèces une scission complète, marquée par un repos prolongé des actions volcaniques. Et cependant le temps qui s'est écoulé entre l'apparition des phonolithes qui constituent les grosses montagnes et celle de presque tous les basaltes qui les entourent doit être réputé très-considérable, même à mesurer le temps comme ont l'habitude de le faire les géologues : car non-seulement les différences de niveau sont grandes, mais les ceintures de basaltes arrivent très-souvent très-près des escarpements, de sorte que la dégradation des montagnes était déjà fort avancée et qu'elles présentaient une figure de celle qu'elles nous montrent encore aujourd'hui lorsque les émissions de la seconde époque sont venues.

L'origine des masses trachytiques ou phonolithiques est, comme l'on sait, restée une question fort obscure, bien qu'on les rencontre en presque toutes les régions où les phénomènes volcaniques se sont manifestés avec énergie. Quelques nappes dans la Haute-Loire, comme celles de la Madeleine, si semblables d'allures à des nappes de basalte, ont sans doute coulé à la façon des laves. L'hypothèse la plus satisfaisante pour expliquer les tables extrêmement épaisses, les bosses, les dômes, même les buttes coniques, est encore celle qui les regarde comme ayant été produites par des masses sorties du sein de la terre dans un état de très-imparfaite fluidité et qui pour cette raison n'ont pu s'étaler. Quant aux dents et aux murailles, je suppose que ce sont les restes des cheminées et des filons qui ont donné issue aux phonolithes.

Mais quels gigantesques dykes que Monac et la Huche-Poin-tue ! Combien ils dépassent en puissance les plus gros filons

de basalte et même les filons de trachyte, si abondants dans le Cantal et le mont Dore! Si les matières dont le refroidissement a formé les phonolithes étaient peu fluides, on comprend que des réactions d'autant plus violentes des foyers souterrains contre l'écorce extérieure aient été nécessaires pour les amener au jour et qu'il en soit résulté d'aussi larges fractures. Monac, la Huche, Costaroz, Saint-André et d'autres pics ont d'ailleurs certainement leurs pieds à un niveau beaucoup plus bas que celui qui correspondait au sol extérieur à l'époque des phonolithes : on le voit par l'altitude des basaltes voisins et par celle où atteignent les sédiments tertiaires. Les parties inférieures de ces montagnes étaient donc autrefois enfouies au milieu des couches argilo-sableuses. Il faut en dire autant des petits et peu saillants rochers de Chamblas, de Costètes et de quelques autres. Peut-être ces derniers n'ont-ils pu percer le terrain stratifié et ne nous sont-ils devenus visibles que par les dénudations?

La théorie de Bertrand de Doue (adoptée par Poulett-Scrope), était différente. Il croyait que tout ce terrain avait été dans un état simultanée de fluidité, depuis ses parties les plus basses jusqu'aux plus élevées, et les figures variées des rochers n'étaient à ses yeux que des effets de ruine.

Cette hypothèse d'une sorte de lave unique, aussi prodigieusement étendue, outre qu'on ne voit guère quelle explication elle facilite, est tout à fait contraire à ce que nous apprend l'observation non-seulement des volcans à cratères actifs ou éteints, mais de tous les terrains réputés d'origine ignée. Elle ne s'accorde pas non plus avec les faits que je viens d'exposer, notamment avec les hauteurs très-inégales des bases des roches, avec l'existence des laves de caractère mixte. Quant aux destructions, on ne peut nier que leur rôle ait été très-considérable ; elles ne rendent cependant pas raison de toutes les apparences. Au milieu des formes diverses qu'affectent les phonolithes, il est quelques types, par exemple celui des dents ou obélisques à section circulaire, celui des buttes coniques, qui sont trop multipliés pour que leur répétition ne soit pas due à une circonstance de formation originelle. La structure de la roche ne paraissant pas d'ailleurs s'adapter d'une manière particulière à ces types, l'œuvre de ruine que consomme le temps n'aurait pas à elle seule occasionné de pareilles coïncidences.

Avant de quitter ces montagnes, je reparlerai des débris qui

les environnent presque toutes, parce que le phénomène a des proportions imposantes et qu'il est un des traits saillants de la région des phonolithes. Le plus communément, ce sont des mélanges de fine terre détritique et de gros blocs anguleux, qui çà et là font saillie ou gisent détachés sur le sol. En beaucoup d'endroits la terre a été emportée par les eaux pluviales : alors les blocs sont restés à nu et pressés les uns contre les autres ou accumulés couvrant toute la surface. Les étalements ne montrent aucune préférence pour une direction déterminée, mais sont assez également distribués autour des sommets et des roches escarpées. Ils ne vont pas au delà des pentes naturelles ; mais ils les occupent tout entières, même lorsqu'elles sont vastes et qu'elles n'ont au pied des hauteurs qu'une très-faible inclinaison ; je ne pourrais guère citer qu'un seul ravin qu'ils franchissent, c'est-à-dire qui ait été creusé postérieurement, celui qui sert d'issue au cirque de Chaudeyroles près du Mézenc. Dans plusieurs vallées l'entassement des blocs est véritablement majestueux : telles sont notamment celles qui séparent les monts Eymerau et Jalore, les massifs du Megal et de Lizieux, celle du Lignon sous le plateau de Roffiac. D'ailleurs point de rocs polis ou régulièrement striés, rien qui ressemble aux moraines glacières. Le phénomène n'est pas non plus spécial à tel ou tel groupe, ni en relation avec l'altitude : il est au moins aussi marqué auprès des gorges de la Loire que vers le Mézenc.

L'entraînement des bases fragiles des montagnes par les eaux qui cheminent dans les nombreuses fentes des phonolithes ou des trachytes en a été la principale cause : une partie des tables rocheuses des sommets ainsi minée s'est abaissée au niveau des plaines en se brisant et n'offre plus qu'un aspect de chaos. Il faut toutefois remarquer qu'il ne s'est pas seulement produit des chutes et des brisements sur place, mais encore des entraînements horizontaux à d'assez grandes distances ; car beaucoup de ces débris ont couvert les laves qui se sont épanchées sous les escarpements : de vastes nappes de basalte sont ainsi masquées au pied du Mézenc, du Megal, de Lizieux, de Loségat, au point qu'il est devenu très-difficile d'en reconnaître la véritable étendue. Des pierres descendant même d'une grande hauteur ne voyageraient pas aussi loin de leur propre impulsion. Mais j'ai dit que les blocs sont ordinairement mêlés à des débris réduits à une grande ténuité : il s'y joint souvent des matières sableuses et argiles pro-

venant de la désagrégation des couches tertiaires ou de granite, L'ensemble constitue un terrain meuble, et là où l'on ne trouve plus aujourd'hui que des fragments anguleux il est très-naturel d'admettre que le même mélange a existé jadis. Or, un pareil terrain, quand il est détrempé par les pluies, est susceptible d'éprouver de lents et de graduels déplacements même sur des déclivités très-douces. Le phénomène doit s'être arrêté dans le voisinage du Mézenc, où toute la surface, à l'exception des pentes abruptes, est gazonnée; ou du moins son effet doit se réduire à accroître les talus déboulement ordinaires. Mais je crois volontiers qu'il se continue dans son intégrité sur les pentes labourées et à sous-sol argileux des montagnes du Nord. La formation qui vient de nous occuper n'est pas d'ailleurs seule à l'offrir : on en peut citer en divers pas d'assez beaux exemples autour de certains basaltes et autour de rochers de toute autre espèce. Mais il accompagne avec plus de généralité et de grandeur les massifs phonolithiques du Velay.

Terrain basaltique.

La seconde période volcanique, dont l'immense durée n'a cessé qu'après l'apparition de l'homme, a produit des basaltes et des conglomérats et scories qui leur sont associés.

Les basaltes de la Haute-Loire et ceux des contrées voisines, quoiqu'on y puisse distinguer de nombreuses variétés, ont pour la plupart toutes les apparences qu'on regarde comme caractérisant de la manière la plus nette les roches de cette espèce, c'est-à-dire qu'ils sont formés de deux éléments finement mélangés, mais habituellement discernables au microscope ou à la vue, l'un feldspathique, l'autre pyroxénique, qu'ils ont une grande pesanteur spécifique, une grande dureté quand ils n'ont subi aucune altération, une couleur sombre variant du gris-bleuâtre au noir. Leur structure, ordinairement compacte, est souvent aussi bulleuse. Divers minéraux, ou cristaux, grains ou nodules, sont très-généralement englobés dans leur pâte. Les plus communs sont le périclase ou olivine, dont les petits grains cristallins, jaunes d'ambre ou verdâtres, sont tantôt disséminés, tantôt réunis en noyaux dont la grosseur dépasse parfois celle du poing; les cristaux d'augite, à faces miroitantes; le fer titané, en petits grains à cassures conchoïdes et brillantes; le fer oxydulé. C'est sans doute à ces deux derniers qu'est due la propriété magnétique très-

ordinaire aux pierres de basalte. On y voit souvent aussi des grains de quartz et de feldspath, de l'aragonite, des zéolithes, notamment la chabasie et la mésotype : ces dernières espèces, ainsi que l'aragonite, se rencontrent principalement dans les cavités et les géodes. Enfin les basaltes contiennent quelques gemmes, surtout des zircons et des corindons : ces pierres sont rares et difficiles à observer dans la roche intacte ; on les trouve plus aisément dans les débris graveleux et surtout dans les sables de quelques ruisseaux.

Les masses basaltiques se montrent le plus souvent en nappes horizontales ou légèrement inclinées, dont les surfaces sont planes, tandis que leurs faces inférieures se sont moulées sur les accidents des roches qui les supportent, et dont les bords sont taillés à pic au-dessus des vallées qu'elles dominent. Elles ont constitué de vastes plateaux lorsque les courants de laves qui leur ont donné naissance se sont répandus dans des plaines ou sur un terrain déjà presque nivelé : telles ont été les conditions qu'elles ont, pour la plupart, rencontrées dans le Velay, dont le sol n'était pas encore profondément raviné. Quand elles ont trouvé des vallées plus étroites, elles ont pris la forme de bandes allongées, aujourd'hui plus ou moins démantelées ou divisées en lambeaux. Si, avant de se consolider par le refroidissement, elles sont arrivées sur des déclivités rapides, elles n'y ont laissé que de minces traînées, dont un assez grand nombre subsistent, malgré les causes de destruction auxquelles sont exposées des laves de cette nature. Très-fréquemment, plusieurs coulées, qui se sont épanchées à différentes époques, se superposent ; c'est ainsi que certains escarpements basaltiques ont une très-grande hauteur. D'autres roches affectent l'aspect de buttes plus ou moins arrondies, d'éminences coniques ou de pitons isolés. Ce sont, selon les cas, de simples débris des nappes détruites par le temps, ou les restes des culots qui se sont produits dans les cratères et dans les cônes de scories par la pénétration et l'épanchement des laves : des scories ou des conglomérats qui y sont mêlés ou adhérents témoignent souvent de cette dernière origine. Enfin le basalte existe en filons plus ou moins épais, traversant les terrains préexistants de toute nature, et les fentes qu'ils remplissent sont manifestement les issues par où la roche en fusion s'est extravasée des profondeurs ; quoique la plupart de ces filons nous restent cachés, on en peut observer un assez grand nombre.

La Haute-Loire présente de très-beaux exemples des diverses structures habituelles aux masses basaltiques. La division prismatique est très-fréquente et a formé d'élégantes colonnades qui décorent les escarpements des vallées. Les prismes sont à six ou à cinq pans et ont presque toujours une grande longueur par rapport à leur épaisseur, qui n'est communément que de quelques décimètres. Ils s'orientent en général dans un sens perpendiculaire à la surface ou aux parois de la lave. Ils ne règnent d'ordinaire que dans la moitié inférieure des nappes horizontales, et les colonnades, ou les orgues comme on les appelle, sont surmontées d'un épais chapeau à fragments polyédriques. Cette disposition s'explique par les circonstances qui ont présidé à la consolidation de la lave. La partie supérieure, qui a immédiatement subi les influences atmosphériques, s'est refroidie d'une manière rapide et inégale, et les fractures causées par le retrait se sont faites en toute sorte de sens : pour la partie de la lave qui a perdu très-lentement sa haute température, le retrait s'est opéré avec une régularité géométrique parfois presque absolue.

La structure tabulaire, très-ordinaire aussi, a été produite par des plans de fissure parallèles. Elle coexiste souvent avec l'état colonnaire et les prismes coupés transversalement se composent alors de dalles polygonales empilées.

On observe encore la structure feuilletée et schisteuse, qui est une variété ou une exagération de la précédente ; la structure sphéroïdale, qui paraît due à de lentes actions moléculaires et qui est une des formes de la désagrégation. Les boules sont toujours composées de minces couches concentriques, et dans les intervalles qui séparent ces boules la solidité de la roche est moindre, l'altération plus grande.

Ce travail de destruction, qui s'attaque aux pierres les plus dures, se dénote sur la plupart des masses de basalte par une cassure à petits grains polyédriques plus fréquente que la cassure nette et compacte. Là où il est plus avancé, les grains se sont disjoints et il ne reste que du gravier. Enfin, quand il est arrivé à sa dernière limite, les pierres se sont réduites en un fin et fertile terreau, noir ou rougeâtre. La résistance presque absolue en apparence de certains bancs aux forces érosives est donc loin d'être une propriété commune à tout l'ensemble de ce terrain ; mais les nappes présentent toujours sur leurs bords escarpés un basalte vif et solide, parce que la destruction ne s'est arrêtée que lorsqu'elle a rencontré une pareille roche.

Les projections de scories, de cendres et de lapilli n'ont pas accompagné en moindre abondance les laves basaltiques de divers âges que les laves des volcans contemporains. Elles constituent dans la Haute-Loire un très-grand nombre d'éminences coniques, qui sont les restes plus ou moins oblitérés des cratères. Les scories se rencontrent aussi en beaucoup d'endroits sur les plateaux : elles s'entremêlent aux nappes, et souvent étalées en minces lits, les séparent les unes des autres ou des terrains sous-jacents. Leur composition minéralogique ne diffère pas de celle des basaltes et elles contiennent les mêmes éléments ; mais elles sont criblées de bulles et de vides, et souvent les parois de leurs cavités sont recouvertes d'une espèce de vernis provenant d'un commencement de vitrification. Ordinairement elles sont détachées les unes des autres, et les montagnes qui en sont formées ne sont qu'un assemblage de matériaux incohérents. D'autres fois elles se sont soudées entre elles, comme si elles avaient conservé une certaine viscosité au moment où elles retombaient sur le sol. De nombreux morceaux des granites et des gneiss traversés par les cheminées volcaniques ont été lancés avec les scories et se rencontrent au milieu de leurs amas. Souvent ils ont été enveloppés par la matière visqueuse, et c'est ainsi que beaucoup de ces pierres en forme d'amandes et à pores étirés qu'on appelle larmes ou bombes volcaniques contiennent des noyaux de granite. Les fissures des cristaux de feldspath et des nodules de quartz, la diminution de cohésion des éléments, quelquefois une légère coloration rouge donnent à ces débris étrangers l'aspect fritté que prennent des matériaux de même nature lorsqu'on les soumet à l'action du feu et à un refroidissement un peu rapide.

Les conglomérats et les tufs forment une classe de roches très-variées, ayant cependant ce caractère commun qu'elles sont composées de fragments plus ou moins lâches ou serrés et soudés entre eux par un ciment d'aspect terreux. Les fragments sont en général petits ; quelquefois, ils atteignent les dimensions de grosses pierres. Dans certains conglomérats, ils sont uniquement basaltiques et scoriacés ; mais presque toujours à ces éléments, s'en mêlent d'autres qui entrent dans la roche en forte proportion : ils sont empruntés au granite, au gneiss, aux marnes, aux argiles ou aux sables, ou encore à la formation houillère, selon la nature des terrains dans lesquels les volcans se sont ouverts. Sauf les lapilli basaltiques et les petits grains

de scories, qui sont ordinairement arrondis, ils sont anguleux ou seulement émoussés sur leurs arêtes. Les parties marneuses ont en général subi une altération qui les a durcies et rendues moins attaquables par les acides et qui est sans doute un effet de la chaleur. La solidité et l'abondance du ciment sont fort inégales. Plusieurs de ces roches sont assez résistantes pour donner de belles pierres de taille et se soutenir en escarpements abruptes : les autres sont sableuses et friables, ou argileuses et molles. Parmi ces dernières, les nodules ou les veines d'hallöysite, à cassure brillante et lustrée, sont assez fréquentes. Ordinairement les conglomérats sont stratifiés en minces assises, qui sont d'ailleurs sujettes à beaucoup d'irrégularités et qui souvent présentent des inclinaisons très-notables.

Leurs gisements, considérés dans l'ensemble, ont beaucoup de rapports avec ceux des basaltes et des masses scoriacées. Ainsi que les premiers, ils forment des nappes épaisses qui couvrent des plateaux. D'autres fois ils revêtent, comme d'une sorte de manteau, les flancs des vallées et des collines. On en trouve très-fréquemment au milieu des coulées de basaltes, soit en amas irrégulièrement englobés, soit en couches interstratifiées. Ils s'associent aux scories meubles dans beaucoup de buttes coniques. Ils affectent en outre parfois des formes qui leur sont tout à fait particulières ou dont les analogues ne se trouveraient que parmi les phonolithes. Telles sont ces dents aiguës, ces roches à pic et ces murailles droites qui donnent tant de singularité aux environs du Puy.

C'est dans les terrains de cette nature qu'ont été presque exclusivement découverts les très-intéressants restes fossiles de la période basaltique, que les savants du pays ont recueillis avec tant de persévérance et avec tant de profit pour la science. Ces débris ont principalement consisté en ossements de mammifères et se rapportent aux faunes des époques pliocène et quaternaire. Je dois laisser à de plus compétents que moi le soin d'énumérer et de décrire les animaux qui habitaient la contrée pendant que les volcans étaient en feu. L'existence successive de très-nombreuses espèces de mastodontes et de diverses espèces d'éléphants a été démontrée : avec eux vivaient des rhinocéros, des ours, des carnivores, des cerfs; enfin les ossements de l'homme lui-même ont été trouvés sur l'un des flancs du volcan de la Denise. La période que nous considérons a donc embrassé un espace de temps extrêmement long. Il y a d'ailleurs concordance parfaite entre les inductions qu'on peut

tirer quant aux âges relatifs des masses de conglomérats, soit de la situation qu'elles occupent, soit de l'étude paléontologique. Celles qui couvrent les hauts plateaux et qui sont antérieures au creusement des vallées renferment les espèces les plus anciennes : les animaux qui ont précédé de plus près l'apparition de l'homme ou qui ont été contemporains des premières tribus humaines n'ont été rencontrés que dans celles qui se sont étalées sur les pentes lorsque le relief du sol ne différait pas beaucoup de ce qu'il est de nos jours.

L'origine et le mode de formation des conglomérats et des tufs que nos anciens volcans de la France ont produits en si grande abondance est encore un sujet de contestations. Pour Bertrand de Doue, ils ont été formés sous les eaux et remaniés par elles : leur stratification habituelle et leurs alternances avec des lits de sable et de cailloux roulés en étaient à ses yeux la preuve. Obéissant à l'esprit d'unification qui caractérise les théories anciennes, il a vu dans les nombreux lambeaux de ce terrain aux environs du Puy les restes d'un seul et puissant dépôt qui a comblé le fond d'un grand lac. Les positions très-différentes où l'on trouve les conglomérats et la succession des faunes contredisent d'une manière absolue cette généralisation; et, d'autre part, la forme anguleuse de beaucoup de fragments et le mélange très-ordinaire de débris de toutes dimensions et de toute densité dans les mêmes lits ne permettent pas d'admettre qu'ils aient subi des remaniements bien considérables. Les géologues du Puy et de Clermont les regardent comme provenant d'éruptions boueuses. Cette dernière opinion a été combattue avec beaucoup de force par plusieurs membres de la Société géologique, qui ont cité les terrains semblables formés dans les temps historiques ou dans les temps actuels autour du Vésuve ou de l'Etna. Les conglomérats, selon eux, doivent leur origine à des projections volcaniques, dans lesquelles les fragments de pierres et de scories étaient mêlés à la cendre pulvérulente. Ces dépôts, dont les éléments étaient d'abord meubles et disjoints, se sont cimentés par un commencement d'altération chimique et par une pénétration générale et intime des parties fines et terreuses, qui sont aussi les plus susceptibles d'être décomposées. Les influences atmosphériques et surtout les pluies ont été les principaux agents du changement d'état d'où est résultée la consolidation du terrain. S'il existait des nappes d'eau au sein desquelles les débris sont venus tomber, cette circonstance a

pu le faciliter et contribuer à rendre la stratification plus régulière.

On ne peut nier la valeur d'une théorie qui s'appuie sur le témoignage irréfutable de l'observation directe des phénomènes. Si l'on excepte les roches abruptes et isolées de la campagne du Puy, dont l'histoire fort difficile à élucider a suscité beaucoup de controverses pendant la session de la Société géologique et dont je reparlerai plus loin, elle rend fort bien compte de la position et de la manière d'être de la plupart des conglomérats. Au contraire, des éruptions de boues n'expliqueraient pas les larges manteaux étendus sur les fortes déclivités de plusieurs vallées ; car des masses semi-fluides ne s'y seraient pas étalées et n'y auraient marqué leurs passages que par d'étroits lambeaux à surface bosselée et rugueuse. Je crois pourtant qu'on risquerait de dépasser la vérité en affirmant qu'aucune éruption de cette sorte n'a eu lieu dans la Haute-Loire. Des phénomènes semblables ont été vus et constatés dans des pays volcaniques, et certains gisements de tufs et de conglomérats de la Limagne-d'Auvergne, où dominent les éléments terreux et marneux et qui ont marché sur les pentes à la façon des coulées, ne semblent pas pouvoir être expliqués autrement.

Pour donner une idée exacte de la formation basaltique de la Haute-Loire, il est nécessaire de sortir des généralités qui précèdent et d'examiner rapidement les principaux groupes de ce terrain.

Les vastes plateaux qui noient les bases des montagnes du Mézenc, qui, limités au sud par les précipices de l'Ardèche, s'étendent à l'ouest jusqu'auprès du Monastier et de Laussonne, au nord jusqu'aux montagnes du Megal et de Lizieux, séparées par un de leurs prolongements, appartiennent aux plus anciens basaltes ; car leur altitude moyenne est d'environ 1250 m., et les vallées qui échancrent leurs bords s'approfondissent promptement dans le granite. A peine existe-t-il aux confins de cette région quelques traces de terrain volcanique d'époque relativement récente. La roche vive, qui apparaît surtout dans les escarpements des vallées, est le plus souvent compacte. Les nuances varient du gris-noir à un gris assez clair. Le périclote et les minéraux cristallisés n'y entrent pas d'ordinaire en grande proportion. Pourtant certains basaltes se font remarquer par l'extrême abondance et les belles dimensions des cristaux d'augite, qu'accompagnent de nombreux grains de

péridot. A la surface des plaines, la roche s'est réduite en terreau noir, quelquefois en gravier. En plusieurs points, notamment sur les contours des montagnes de phonolithe ou de granite, tout en devenant terreuse, elle a conservé les marques de sa primitive structure : les parties ainsi décomposées sont souvent un peu cavernueuses et alors contiennent des cristaux de zéolithes.

C'est à tort qu'on a cru que les scories et les conglomérats n'ont été produits qu'en petite quantité avec les laves très-anciennes. L'altération du terrain superficiel les rend seulement plus difficiles à discerner, et il en a été fait une plus grande destruction dans les endroits où ils étaient à découvert. Mais si on veut se convaincre de l'abondance des conglomérats parmi les nappes de basaltes qui entourent le Mézenc, on n'a qu'à examiner l'immense escarpement de Cuzet au sud de cette montagne ou à remonter le lit du Lignon depuis Fay-le-Froid jusqu'à son origine. L'observation attentive des autres coupures qui ont mis à vif le terrain inaltéré fournit la même démonstration.

Les cratères de cette contrée, quoique énormément oblitérés, ont aussi laissé d'importants vestiges. On voit une grande masse de scories rouges à la Croix des Boutières, à 1,500 mètres d'altitude, et il en existe d'autres amas épars dans le cirque qu'enferment, en amont du village des Estables, les hauteurs d'Alambre, de la Croix de la Plouge, du Mézenc, de Choulot. Le cirque de Chaudeyroles a beaucoup plus nettement conservé la forme d'un cratère. C'est une dépression circulaire de 1,700 mètres environ de diamètre, dominée au nord-est par la montagne conique de Signon, à l'opposé par une autre butte de phonolithe. Des graviers et des sables de diverses grosseurs, dont les éléments sont empruntés au basalte et au granite, avec des pierres de granite détachées, occupent une grande partie du revers oriental. Le centre est une plaine tourbeuse : il est incontestable qu'un lac y était autrefois contenu; mais les eaux qui en sortaient ont creusé un ravin par lequel leur niveau était graduellement abaissé, tandis que les débris entraînés et la tourbe comblaient et exhaussaient le fond.

Le lac de Saint-Front, situé non loin de là, remplit une cavité qui est aussi exactement circulaire, mais dont le diamètre n'est que la moitié de celui de la précédente. Elle est creusée dans les plateaux, excepté à l'est où elle rase la montagne phonolithique de Roffiac, et elle ne présente pas de rebords saillants. L'en-

ceinte du côté du nord est en partie formée de terres rouges, que je crois être des scories décomposées. La nappe d'eau n'a pas aujourd'hui plus d'une dizaine de mètres de profondeur, parce que les débris des pentes voisines tendent à la remplir. Quelques buttes très-émoussées et de forme arrondie, qui entre les montagnes de Roffiac et de Lisieux rompent un peu la monotonie des plaines, semblent marquer d'autres points d'émission des antiques coulées de laves. Dans celle de la Chapeluc, au pied de laquelle passe la route de Fay-le-Froid, la roche rouge devenue terreuse montre encore des traces de la structure caverneuse et scoriacée.

Aux basaltes de cette partie supérieure du Velay qui contient les sommités phonolithiques sont associées des laves d'un autre caractère et qui, à les considérer au seul point de vue minéralogique, se rapporteraient plutôt aux trachytes. Elles sont grises et ordinairement bulleuses, rugueuses au toucher, assez souvent lamelleuses ou écailleuses. Le feldspath domine dans leur composition, aux dépens du pyroxène qui fait quelquefois presque entièrement défaut. Elles sont d'ailleurs susceptibles de passer au franc basalte par toute transition, et ces changements d'aspect se peuvent manifester dans une même masse. La similitude de gisement et les intercalations des nappes établissent avec évidence que les deux espèces de roche ont été de formation contemporaine. On trouve encore de ces anciennes laves feldspathiques sur le flanc ouest de la montagne de Lisieux, et il en existe quelques rochers auprès du village de Queyrières. Il est très-digne de remarquer qu'elles sont toujours dans le voisinage des phonolithes et que le plus souvent même elles leur font bordure. Je suppose qu'elles doivent leur origine à une modification qu'a éprouvée la roche en fusion, lorsque, dans les canaux ou les réservoirs souterrains, elle a été en contact avec des masses phonolithiques.

Un ravin, d'où sort la rivière de Lignon, entre les dents du Mézenc et la Croix de la Plouge, montre plusieurs filons de basalte traversant les nappes superposées. Dans un carrefour, qui est situé au sud du village de Chaudeyroles, et qui en est distant d'un kilomètre environ, on voit un gros filon d'un trachyte gris et terne, non sans ressemblance avec certains phonolithes, faire saillie au-dessus du basalte terreux et scoriacé. Il a une vingtaine de mètres de puissance et court du nord au sud, en présentant sur ses deux faces une inclinaison marquée

vers l'est. Je crois qu'il faut géologiquement le rattacher aux laves feldspathiques dont il vient d'être question.

Un trait caractéristique de la région qui nous occupe est la rupture brusque des plateaux à l'est et au sud du Mézenc. Aux surfaces unies ou doucement inclinées qu'on parcourt lorsqu'on arrive vers cette montagne en venant du Puy ou du Monastier, succède subitement un pays tout déchiré de ravins. La différence si tranchée des deux aspects est surtout frappante au col des Boutières et sur les roches de Cuzet. Ces roches et celles qui, de l'autre côté du col, portent le Mézenc, forment un arc concave assez régulier, embrassant à peu près un tiers de circonférence et dont la corde aurait deux kilomètres et demi de longueur. Elles dominent notablement les crêtes couronnées de basaltes qui séparent les vallées supérieures du Vivarais. On ne parviendrait pas à expliquer par le seul effet des érosions les circonstances orographiques que je viens de signaler. Il faut qu'il y ait eu en ce lieu de grandes cassures, qui n'ont pas entamé, d'une manière sensible, la partie occidentale du plateau, tandis qu'elles en ont brisé, en diverses directions, la partie orientale; des efforts de soulèvement, dont l'action s'est exercée avec plus de puissance du côté de l'ouest, les ont accompagnées ou suivies. L'arc de Cuzet et des Boutières est le reste d'un cirque, dont on pourrait voir un autre vestige dans la gorge que traverse le ruisseau de Salidouze, à l'opposé du grand escarpement. Les roches qui, dans son enceinte, formaient, avant qu'il fût creusé, la surface du sol, ont dû s'affaisser par effondrement ou disparaître par projection. La comparaison se pose d'elle-même dans l'esprit entre ce cirque ouvert au-dessous du Mézenc et ceux que contiennent à leurs centres les massifs également volcaniques du Cantal et du mont Dore. Mais autour de ces derniers les nappes de trachytes et de basaltes se relèvent plus fortement, et les vallées, affectant dans leur ensemble une disposition étoilée, divergent de toutes parts, tandis qu'auprès du Mézenc, une moitié du grand manteau basaltique est restée presque intacte.

Les roches et les lambeaux de basaltes qu'on trouve, non plus contigus, mais disséminés en grand nombre à l'ouest du Megal, autour des montagnes phonolithiques situées plus au nord, dans le haut Emblavès et sur les terrains granitiques de l'arrondissement d'Yssengeaux, sont presque tous aussi d'époque très-reculée et présentent les mêmes variétés minéralogiques que les précédents. On observe encore très-souvent

avec eux des conglomérats et quelquefois des scories. Plusieurs de ces masses, de forme conique, et mêlées de matières scoriacées, qui sont habituellement sondées de manière à constituer des conglomérats, sont sans doute des cratères ruinés.

Sur les dépôts argileux et sableux de l'Emblavès, la nature meuble et friable des couches sous-jacentes a favorisé les destructions, et la plupart des coulées qui s'y sont étalées autrefois ne sont plus représentées que par des chapiteaux de faible surface, aux contours plus ou moins arrondis, qui d'ailleurs recouvrent et protègent quantité d'éminences et dont quelques-uns sont fort épais. Parmi ces roches, celles de Mézère se font remarquer par leur extraordinaire richesse en cristaux de pyroxène. Beaucoup de bandes de basalte, aux formes sinueuses, sont attachées aux flancs des masses de phonolithe : la masse tabulaire de Glavenas en a ainsi une ceinture complète.

L'un des derniers lambeaux qu'on rencontre en allant au nord, plus grand que les autres, forme, entre Saint-André-de-Chalançon et Saint-Julien-d'Auce, une plaine assise d'un côté sur l'argile tertiaire, de l'autre sur le granite. Il domine au loin le granite environnant et montre combien a été puissante, depuis le temps où il s'est répandu, l'œuvre de la dénudation. Une bosse en partie scoriacée, qui fait saillie sur la plaine, indique encore clairement son foyer d'émission.

La pittoresque roche d'Artias, dont le pied baigne dans la Loire, entre Chamalières et Retournac, et quelques autres font exception à ce que j'ai dit de l'antiquité des basaltes de cette région.

Entre les profondes vallées de l'Allier et de la Loire, depuis la latitude d'Allègre jusque vers celle de Pradelles, s'étendent des plateaux basaltiques plus vastes encore que ceux qui conduisent au Mézenc. Les phénomènes volcaniques ont eu dans cette région une durée beaucoup plus longue, de sorte qu'avec des coulées très-anciennes elle offre des laves qu'en langage géologique il est presque permis de qualifier de modernes. C'est d'après les positions occupées par les nappes et non d'après des variations minéralogiques que s'établissent les différences d'âge; car tous ces basaltes ont dans leur ensemble une grande similitude de structure. Ils contiennent très-habituellement du périclase et de petits grains de fer titané, assez souvent de petits cristaux de pyroxène. Leur teinte, plus ou moins foncée, est le gris-bleuâtre ou le gris-noir. Très-fréquem-

ment, ils sont scoriacés ou bulleux. Beaucoup de leurs escarpements présentent des colonnades prismatiques. Une foule de cônes, de scories, restes des cratères, s'élèvent sur ces plateaux, ou sur les terrains granitiques ou tertiaires qui les environnent. On y voit encore des dépôts de scories horizontalement stratifiés, et il est très-ordinaire d'observer des lits de cette nature entre les nappes qui se superposent ou entre le basalte et le terrain sous-jacent.

Une longue et étroite chaîne d'éminences, orientée sur le nord 26 degrés ouest, par conséquent parallèle à la vallée de l'Allier, qui n'en est distante que de 6 à 8 kilomètres, et à la chaîne de la Margeride, dont elle atteint presque la hauteur, commence au lac du Bouchet pour finir auprès de Vergézac, et divise en deux bandes de largeur très-inégale la partie médiane des hautes plaines. Elle est composée de scories rouges et noires, assez fortement soudées entre elles pour donner un sol résistant et mêlées de quelques roches de basalte. C'est le reste d'un imposant ensemble de bouches volcaniques très-anciennes et très-rapprochées les unes des autres, qui ne s'est maintenu, en dépit des efforts du temps, que grâce à l'agglomération des fragments. Des deux côtés, les surfaces vont s'élevant par des pentes douces jusqu'au pied de cette arête culminante. La série des cratères des monts Dômes présentera un aspect très-semblable lorsque les dégradations auront altéré davantage les détails de ses formes premières. L'alignement de la chaîne du Devez (on peut ainsi l'appeler du nom de la montagne la plus élevée) a dû, comme les alignements du groupe du Puy-de-Dôme, être déterminé par une grande fracture qui préexistait dans les granites. La différence de niveaux qu'on observe entre la plaine de Saint-Jean-Lachalm, située à l'ouest, et celle de Sényjols, située au levant, qui est d'environ 150 mètres, correspond sans doute à un ressaut de la roche primordiale et fournit une autre démonstration de la faille.

Plus au nord, les bassins hydrographiques qui se déversent dans la Loire et dans l'Allier sont séparés par les pitons de la Durande et de la Durandelle, également formés de scories rouges agglutinées, et qui, avec les pays de Saint-Bérain, constituent un second groupe d'antiques bouches de projection, ouvert sur une fracture nord-sud. Cette montagne de la Durande, beaucoup plus pittoresque que les précédentes, a sous ses pieds trois cratères très-vastes et bien dessinés, dont l'époque, selon toute apparence, est moins reculée. Les bourre-

lets qui les bordent sont médiocrement saillants par rapport à leurs diamètres. L'un d'eux, dont les eaux s'écoulent au nord, a pour fond le marais elliptique de Limagne, qui a été un lac; et ses parois, comme celle du second dont l'ouverture regarde le levant, sont presque entièrement formées de scories-meubles ou mal agglutinées. Le fond et l'enceinte du troisième sont, en plus grande partie, occupés par des conglomérats, qui, avec les fragments volcaniques, contiennent beaucoup de pierres et jusqu'à de très-gros blocs de granite à grands cristaux.

Au sud du Devez, le lac circulaire du Bouchet est aussi enfermé dans un large cratère, dont les bords assez élevés sont presque entièrement composés de scories. Il n'a pas d'issue apparente; mais de belles fontaines, qui sourdent sur l'un des revers extérieurs à un niveau notablement plus bas, indiquent sans doute un écoulement par des voies souterraines. Des vestiges non équivoques d'anciens lacs, également enclos dans des cirques, se voient, plus au midi, aux environs de la Sauvetat et de Landos. Le cirque de la Sauvetat, qui est le mieux conservé, est tout entier en creux, sans relèvement du contour : en parcourant ses talus intérieurs, on marche tantôt sur le basalte, tantôt sur des scories.

Parmi les nombreux cônes de déjection, très-semblables entre eux de figure et de composition minéralogique, très-divers de dimensions, qui surgissent dans le pays dont je parle (on en compterait plus de cent cinquante), beaucoup ont gardé des empreintes encore assez nettes des cavités cratéri-formes, beaucoup ne sont plus que de simples buttes de contour à peu près circulaire. On peut citer comme particulièrement remarquable par leur grandeur le mont Briançon, situé au-dessus des villages de Saint-Eble et de Vissac, au sommet duquel il est facile de récolter de gros boulets de périclase, tout dégagés de leur gangue et les deux montagnes autrefois réunies qui renferment le village de Fix-Villeneuve.

Le très-grand intervalle de temps que la période basaltique a embrassé est bien manifeste pour l'observateur qui examine la vallée de l'Allier. Cette gorge à pentes abruptes est creuse de 550 mètres au-dessous des plaines de Saint-Jean Lachalm et de Saint-Bérain. Au près de l'une et de l'autre de ces localités, de longues et horizontales lignes de basalte, qu'aucune discontinuité n'interrompt, en couronnent les sommets, tandis qu'au-dessous, le gneiss et le granite sont à nu sur de vastes

espaces. Cependant, d'autres laves issues des hauteurs se sont précipitées sur les déclivités et y ont laissé des lambeaux de forte inclinaison, pour s'étaler plus bas et former des plateaux inférieurs. Des cratères placés sur les flancs de la vallée ont aussi versé leurs coulées dans les fonds. A l'exception d'un très-petit nombre de rochers, l'Allier a partout aujourd'hui tranché les laves qui ont, à diverses reprises, obstrué son cours, mais plusieurs d'entre elles ont leur base peu élevée au-dessus des eaux; d'autres ont un piédestal plus épais; quelques-uns se tiennent à des hauteurs intermédiaires entre les nappes de fonds et celles des sommets. Les volcans qui ont fait éruption ont donc trouvé la vallée dans des états d'approfondissement très-divers. Les environs de Monistrol d'Allier et de Saint-Julien-des-Chazes offrent un spectacle aussi grandiose que convaincant de ces phénomènes.

Plus au nord, dans les communes de Lianges, de Vissac, de Saint-Arcous, une dépression assez large, aboutissant à la rivière, existait dans le terrain primordial. Les laves y ont afflué et s'y sont superposées sur des épaisseurs de plus de 100 mètres.

Une nappe basaltique assez large, qui, au sud du village de Fix-Saint-Geney, couvre, à l'altitude de 1150 mètres, le sommet de la chaîne montagneuse que traverse la route de Brioude au Puy, se peut mentionner comme une de celles dont l'antiquité est évidente. Les roches de gneiss qui l'ont contenue jadis se sont dégradées, de sorte que la vallée primitive est maintenant un dos de montagne qui domine fort au loin la contrée.

Les environs du Puy présentent, comme la vallée de l'Allier, mais sur une moindre profondeur, parce que les ravine-ments y ont été moins considérables, des plateaux basaltiques étagés. Ceux de mont Redon et de Chadrac, qui se font face de part et d'autre de la Borne, près du lieu où elle se jette dans la Loire, ont leur base, ou plutôt celle d'un dépôt de conglomérat sur lequel ils reposent, presque au niveau des deux rivières, quoique la bouche volcanique qui leur a donné naissance semble avoir disparu.

Deux cônes d'époque récente s'élèvent sur les flancs de la vallée inférieure de la Borne, celui de Saint-Vidal et celui de la Denise. Ils sont remarquables par la fraîcheur des scories; mais leurs formes se sont déjà fort altérées, parce que leur situation, jointe à l'incohérence des matériaux, les exposait

d'une manière toute particulière aux entraînements. La lave du premier a barré la rivière, qui maintenant la franchit dans une espèce de porte taillée à pic. Une des laves du second, qui s'est également précipitée sur la Borne, est renommée par la belle colonnade d'Espaly. Ce cratère de la Denise s'est fait jour à travers une masse épaisse de conglo­mé­rats anciens, recouvrant le plateau étroit du Collet, qui a été presque verticalement tranchée par l'explosion : c'est ce que montre une coupe vive du terrain produite par de vastes carrières de pierres de taille et de pouzzolanes.



A. Conglo­mé­rats anciens, d'une teinte brune foncée, principalement formés de scories et de cendres fortement agglutinées, en lits horizontaux, qu'on exploite pour pierres de taille.

B. Banc mince de conglo­mé­rats blanchâtres, moins agglutinés et d'époque plus récente.

Sc. Scories noires.

Les célèbres fossiles humains qui ont été trouvés sur le flanc méridional de cette montagne étaient contenus dans un conglo­mé­rat assez terreux, situé presque au contact des scories, qui est probablement de même formation que le banc B et contemporain comme lui des dernières éruptions.

De l'observation qui précède et de tout l'ensemble des faits dont témoigne l'examen des volcans éteints ou encore en feu, on doit conclure que le premier acte des forces souterraines qui engendrent un cratère est de produire une cavité profonde, à parois escarpées : les scories et autres matériaux projetés viennent la remplir ensuite. Le plus souvent, leur amoncellement dépasse la contenance du cirque et une butte conique s'élève ; d'autres fois, la cavité reste empreinte dans le sol, soit que les déjections n'aient pas été abondantes, soit plutôt que les scories aient été englouties et pour ainsi dire résorbées dans les réservoirs qui les avaient fournies.

Dans le pays qui entoure la ville du Puy, la formation volcanique se distingue par l'extrême abondance de conglo­mé­

rats et surtout par les roches d'aspect bizarre que certaines de leurs masses constituent. Ceux qui sont étalés en nappes se peuvent classer en deux catégories, qui appartiennent à des époques séparées par un long intervalle. Les uns occupent une grande partie des plateaux de la Malouteyre, du Collet, de Sainte-Anne, de Tressac, ou sont intercalés dans les basaltes dont les coulées arrivent au-dessus de Vals. Je range encore parmi eux le majestueux rocher de Polignac, dont le contour circulaire n'offre que des escarpements à pic, mais dont la surface est plate, et que je crois être un fragment détaché des nappes voisines. Les autres, moulés sur les pentes des vallées jusqu'au fond desquelles ils descendent en plusieurs points, couvrent les marnes et les argiles tertiaires d'un voile ordinairement peu épais. Ceux-ci doivent manifestement leur origine aux éruptions les plus récentes, et les ossements fossiles qu'on en a retirés se rapportent à la faune quaternaire. Au point de vue minéralogique, ils diffèrent des précédents par une plus grande abondance de l'élément marneux, ce qui leur donne une couleur blanchâtre par une moindre cohésion.

Mais à quelles causes attribuer l'aiguille pyramidale de Saint-Michel, la muraille verticale du mont Anis ou mont Corneille, les roches escarpées d'Espaly, de Ceyssac et celle de même espèce qu'on voit entre Polignac et Bilhac? Les longues discussions dont elles ont été l'objet pendant les séances qui ont été tenues au Puy n'ont évidemment pas rallié les membres de la Société géologique à une opinion commune. Je vais de mon côté dire rapidement ce qui me paraît démontré dans la question et, pour ce qui reste hypothétique, exposer l'hypothèse la plus probable à mes yeux. L'étroite parenté de ces roches étranges avec les conglomérats du Collet et de la Malouteyre, malgré des gisements tout autres, est chose évidente; car, minéralogiquement, la composition est identique; aussi ne peut-on se refuser d'admettre que ce soient des effets, à la vérité différents, d'un même phénomène. Cependant la stratification est en général beaucoup moins marquée. A Saint-Michel, elle fait même tout à fait défaut; tout au plus parvient-on à distinguer dans la structure de la masse quelques bandes à peu près verticales. Au mont Corneille, les strates ne sont visibles que vers le sommet. L'un et l'autre présentent à leur base des filons de basalte. Tous ces pics surgissent du milieu des vallées, et ceux de Saint-Michel et d'Espaly baignent leur pied dans la Borne.

Dans l'esprit de Bertrand de Doue, la considération de la similitude minéralogique l'a emporté. Il admet que les nappes des plateaux et les pics se sont formés dans des conditions exactement pareilles. Il en conclut logiquement qu'à une époque ancienne de la période volcanique le bassin du Puy était déjà creusé autant qu'il l'est de nos jours et à peu près dans les mêmes vallons. Les conglomérats auraient comblé les premiers sillons; puis l'érosion aurait refait son œuvre. De fortes objections réfutent cette théorie. D'abord l'examen des plaines basaltiques voisines, qu'on voit reposer sur le terrain tertiaire à des hauteurs correspondantes à l'altitude de leur surface, et dont une partie n'est certainement pas aussi ancienne que les premiers conglomérats, est tout à fait contradictoire avec l'idée d'un profond ravinement antérieur. En second lieu, comment comprendre que ces masses, qu'on suppose avoir envahi les vallées, n'y aient laissé de témoins de leur existence qu'en leur milieu, et là précisément où les eaux avaient le plus de puissance pour les faire disparaître? Ne devrait-on pas bien plutôt les retrouver en terrasses adossées aux flancs des collines encaissantes, comme il est toujours arrivé lorsque des rivières ou des ruisseaux se sont frayé leur chemin à travers des coulées qu'elles ont coupées?

L'idée émise devant la Société qu'elles étaient d'abord en lieu plus élevé, puis, qu'elles sont tombées ou sont descendues par la destruction de leurs piédestaux, me paraît beaucoup moins admissible encore. Des masses de pareilles dimensions ne se déplacent pas d'un seul bloc et sans se briser en fragments: on en peut voir la preuve autour des montagnes de phénolithe et de certaines montagnes de basalte, où des phénomènes de ce genre se sont produits. Puis, quels prodiges d'équilibre le hasard se serait plu à répéter en plaçant debout, et sur une base aussi fragile que des marnes tertiaires, un obélisque élancé comme Saint-Michel, un mur comme Corneille!

Il faut donc reconnaître que les roches dont il s'agit, tout au moins à leurs bases, se sont constituées au-dessous des surfaces qui formaient jadis le sol du Velay, et dans le sein des assises tertiaires qui en doivent encore renfermer les racines.

La théorie suivante, que je propose, a l'avantage de n'être pas en désaccord avec celle, si satisfaisante d'ailleurs, qui explique les conglomérats des plateaux par des projections de lapilli, de scories et de cendres et une cimentation de ces ma-

tériaux. Les projections supposent d'anciens cratères. Quelques monticules de conglomérats fort émoussés, qu'on voit à l'ouest de Bilhac, en représentent peut-être encore un emplacement. A part ces faibles et douteux vestiges, on ne trouve plus en cette région de cônes dont les fragments soient consolidés. Ils ont donc été enlevés, soit par érosion, soit par des explosions subséquentes sorties des mêmes orifices. Mais au-dessous des accumulations extérieures étaient les cavités ouvertes dans le sol tertiaire et les cheminées en communication avec le foyer souterrain. Elles ont dû se remplir également de morceaux brisés de scories et de laves, mêlés à des cendres et aux débris des roches traversées. Des consolidations ont dû s'y opérer, aussi bien que dans les dépôts qui se sont étendus sur le sol, et plus facilement peut-être, à cause de la chaleur et des vapeurs acides qui sont un agent puissant de décomposition chimique. Les mouvements tumultueux, qui se produisent nécessairement dans les bouches volcaniques, en ont souvent empêché la stratification ou l'ont rendue confuse. Des filons de basalte, tels qu'on en voit dans presque tous les cônes de scories, les ont aisément pénétrés. Lorsque ensuite les cratères ont été ruinés, que le terrain même qui les portait et les contenait a été entraîné par les eaux, les roches les plus dures ont seules résisté et sont restées saillantes au milieu des dénudations qui se sont opérées autour d'elles.

J'abrègerai ce qui me reste à dire des autres régions où se sont épanchés les basaltes, parce que les mêmes causes y ont engendré des effets analogues, et que les descriptions répétées seraient dénuées d'intérêt.

Les plateaux de Saint-Martin de Fugères, d'Alleyrac et de Crésailles établissent une jonction entre les basaltes de la rive gauche de la Loire et ceux du Mézenc. Là s'élèvent les deux grands cratères de Breysse, qui sont de l'âge le plus récent et d'une très-belle conservation. Tous les deux sont égaulés, de sorte que leurs rebords figurent de vastes hémicycles, de l'enceinte desquels les laves sont sorties. Ces laves sont très-bulleuses dans la première partie de leurs cours, et, seules dans la Haute-Loire, présentent à leur surface des cheires ou monticules de pierres brisées et scoriacées, semblables à ceux qui sont si communs aux pieds des monts Dômes. Quoiqu'un profond ravin granitique longe les deux cônes, elles ne s'y sont pas jetées et ont cheminé sur le plateau. L'une ne semble pas avoir franchi une bien grande distance. Mais l'autre est des-

cendue jusqu'à la Loire, en parcourant environ 8 kil. Après s'être largement étalée sur les douces pentes des environs d'Alleyrac, elle s'est engagée dans l'étroit ravin de l'Holme, où une suite de petits rochers permet d'en suivre la trace; elle expire à Goudet, presque au niveau de l'eau du fleuve, en formant une mince terrasse de roche compacte assise sur le gravier de la plage.

Plus au sud, les pittoresques rochers qui bordent la Loire, dans la commune de Lafarre, fort au-dessous des lignes des grands plateaux, proviennent d'un cône situé auprès du lac d'Issarlès.

Un autre cratère très-récent, de peu d'élévation, mais remarquable par la couleur ardente de ses scories et ses cavités en forme d'entonnoirs, est celui de la Terrasse, contre lequel passe la route du Monastier au Puy. La lave a parcouru le val-lon tertiaire du ruisseau de Laussonne.

Le cratère de Bar, près Allègre, n'a dans le département que ceux de Breynne qui lui soient comparables. Bertrand de Doue et M. Grellet en ont donné des descriptions fort exactes, auxquelles je ne puis mieux faire que de renvoyer le lecteur que les détails intéresseront. C'est un tronc de cône de régularité parfaite, dont la grande base a 1,500 mètres de diamètre, et dont la hauteur est de 150 à 200 mètres; son sommet est entièrement occupé par une cavité tronconique. Comme il est situé sur un sol granitique très-élevé lui-même, il est d'un grand effet et attire de loin les yeux, à l'instar d'un signal. Le basalte qui est sorti de son pied, après avoir d'abord coulé sur une forte pente, n'a pas tardé à s'étendre dans une plaine et sépare les deux ruisseaux de la Borne orientale et de la Borne occidentale.

Les terrains à sous-sol gneissique de Saint-George d'Aurac et de Couteuze, qui sont la partie supérieure du bassin de Paulhaguet, ont reçu les laves du volcan de Fix-Villeneuve et de ses voisins, et celles qui ont eu leurs points d'émission sur d'autres confins du même bassin. Dans les plaines de cette région on remarque plusieurs dépressions circulaires, peu profondes, au fond plat et aux bords doucement inclinés, dont la forme se peut par conséquent très-exactement comparer à celle d'une grande assiette. Elles contenaient, il n'y a pas un grand nombre d'années, des étangs poissonneux, les uns naturels, les autres artificiels, qu'on pouvait assécher ou laisser remplir à volonté au moyen de vannes et de rases, mais dont on a succes-

sivement ordonné la suppression pour des raisons de salubrité. Ce phénomène se voit sur d'autres nappes de basalte ; mais les circonstances qui sont nécessaires à sa production se sont principalement rencontrées aux environs de Saint-George d'Aurac. Je l'attribue à un affaissement qu'a subi la surface déjà refroidie et consolidée de la coulée , lorsqu'une partie encore fluide de la masse intérieure a trouvé écoulement par quelque fissure.

Sur les côtes qui enferment à l'ouest les plaines de Paulhaguet sont deux cratères d'âge intermédiaire, dont les parois ne sont pas entièrement formées de déjections volcaniques, mais sont en partie creusées dans la roche primordiale, et qui par là rappellent le gour de Tazenat dans le Puy-de-Dôme, et le lac d'Issarlès dans l'Ardèche : ce sont ceux d'Alleret et de Sénèze. Le premier est à moitié composé de scories détachées ou légèrement cimentées : cette moitié seule fait bourrelet. De ce côté est l'issue de l'enceinte et l'origine de la lave. Le second est de gneiss sur les deux tiers de son pourtour, assez dégradé, mais parfaitement reconnaissable encore ; le reste est un mélange de conglomerats et de scories. La lave s'est fait jour non dans l'enceinte, mais à l'extérieur du bourrelet scoriacé.

L'étroite vallée de l'Allagnon et celles plus profondes encore qui environnent Blesle sont dominées par des tables de basalte qui, pour la plupart, sont les extrémités de coulées descendues des montagnes du Cézalier. Un cône de scories, passablement conservé malgré son antiquité certaine, est sur ces hauteurs, près d'Aurac, et à la limite de la Haute-Loire et du Cantal.

Dans une région voisine, la coulée de la Fage et de Lubilhac se doit compter au nombre de celles qui donnent une mesure des énormes dévastations opérées par le temps sur les roches primordiales de la France centrale. Elle est longue, étroite et peu épaisse : sur une bonne partie de sa longueur, elle a gardé l'image du fond de vallée où elle s'est épanchée ; car les profils transversaux de sa surface sont des courbes un peu concaves. Mais, depuis une bien grande série de siècles, cette vallée et les collines qui devaient l'entourer n'existent plus : la bande basaltique est maintenant une crête culminante, excédant de beaucoup les hauteurs des montagnes voisines ; et il faut descendre, de chaque côté, d'après ravins pour trouver les lits des ruisseaux. Une roche très-bulleuse, située

à l'extrémité et au sommet de la bande, en paraît encore marquer l'origine.

J'ai cité plus haut les filons de basalte des environs du Mézenc, qui coupent des nappes volcaniques. Parmi ceux qui apparaissent dans les roches primordiales, le beau dyke de la Roche-Rouge, situé non loin du Puy, dans le ravin de la Gagne, est devenu célèbre après les minutieuses descriptions de Faujas, de Saint-Front et de Bertrand de Doue. On peut mentionner comme puissants et remarquables un filon qui se montre au moulin d'Alibert, proche Artias et dans la vallée de la Loire, ainsi que deux autres qui sont visibles au-dessous de la montagne scoriacée de Courtange, dans le ravin de Celoux. Le dyke de la Roche-Bournoncle, situé entre Lempdes et Brioude, dont il a été déjà question, est un magnifique exemple de filon basaltique traversant les assises tertiaires : il forme un gros et long mur à parois verticales, sur lequel un château féodal avait été édifié. Dans le Velay, les rochettes de la plaine de Saint-Germain Laprade, le roc de Chambouroux, de la vallée de Maggnore, qui font à peine saillie au-dessus du sol argileux, observés avec sagacité par Bertrand de Doue, sont une miniature du même phénomène.

En terminant la partie de cette note qui concerne les terrains volcaniques, je suis conduit à parler de certains cirques qu'on observe au milieu des roches primordiales et qui sont tout à fait exempts de scories et de laves, mais dont les formes ont une grande analogie avec celles des cratères dépourvus de bourrelet. Il est difficile d'échapper à la pensée qu'il y a aussi analogie dans les causes, quoiqu'aucune émission de roches fondues n'ait accompagné les premiers : on y est d'autant plus porté qu'il existe des cratères d'espèce mixte, comme Alleret et Sénèze, le gour de Tazenat, le lac d'Issarlès, mentionnés un peu plus haut. Il convient d'ailleurs d'être fort prudent dans ces déductions ; car le travail des érosions sur les granites et les gneiss, qui dépend non-seulement de la pente et du régime des eaux, mais encore de la dureté très-inégale de la roche, peut produire des effets en apparence capricieux et de fausses ressemblances. Je ne citerai donc qu'un cirque dont les parois ont bien conservé leur régularité et dont la constitution est très-curieuse. Il est sur la rive gauche de la Loire, tout près de la station de Confolens. On l'aperçoit cependant à peine du chemin de fer, tandis qu'on le voit fort bien des hauteurs que gravit sur l'autre rive la route de Saint-Etienne au Puy. Le

croquis ci-joint en représente une vue prise du sommet du bord occidental.



- v. Vallée de la Loire.
- vv, Vallée du Lignon.
- aa. Parois circulaires.
- b. Cône central.
- cc. Bande plate intermédiaire.

L'enceinte dessine à peu près les deux tiers d'une circonférence de 400 ou 500 mètres de rayon, la continuité des parois ayant été interrompue à l'est par l'érosion de la Loire. Au centre, surgit, presque à la hauteur du contour, une butte conique qui est aussi de roche granitique, mais plutôt brisée qu'en place, et dont la surface arrondie ne présente point d'angles saillants : entre le cône et les parois est une bande de terrain plat que les débris entraînés ont produite. Il semble que ce cirque soit résulté de deux effets dynamiques consécutifs et contraires : d'abord, un effondrement qui a déterminé la fracture circulaire et son entonnoir ; en second lieu, une réaction de la pression souterraine, qui a fait reparaitre au jour une portion de la roche abîmée.

Terrains de grès et schistes pliocènes.

La formation des terrains par voie de sédiments aqueux n'a pas cessé d'une manière absolue sur la surface du département avec la période miocène ; mais dès lors elle ne s'est plus opérée que sur des espaces très-circonscrits.

Au-dessous des plaines basaltiques qui s'étendent à l'ouest d'Alambre et du Mézenc, apparaissent en deux étroites vallées

des bancs de grès, dont quelques-uns sont cimentés de fer hydroxydé, avec lesquels alternent des schistes, des tufs fins en partie formés de débris volcaniques, et des lits charbonneux. Le principal gisement, situé vers le moulin de l'Aubépin, sur la lisière des communes de Moudeyres et de Saint-Front, contient des couches de lignite de pureté fort médiocre, qui ont donné lieu à quelques exploitations délaissées maintenant. Il repose sur le granite; mais dans le ravin de Gazeille, entre les hameaux de la Vacheresse et de Thioulet, un mince dépôt de nature semblable, qu'on a exploré dans l'espoir de trouver du lignite, est intercalé entre les basaltes.

Des bancs de calcaire siliceux, avec schistes bitumineux et lits de grès chargés de pyrite, fortement inclinés du côté du nord, qu'on peut observer en face de l'ancienne abbaye de Bellecombe, proche Araules, appartiennent très-probablement à la même classe de terrains. Il y faut ranger sans aucun doute un lambeau de schistes charbonneux, visible sur la route de Saint-Agrève, aux confins de l'Ardèche, des schistes siliceux blancs, finement feuilletés et friables, stratifiés en lits horizontaux et contenant quelques empreintes végétales, que la Société géologique a examinés au-dessus de Ceyszac. Ces trois derniers gisements sont, comme les précédents, subordonnés à des nappes de basalte. La flore du schiste de Ceyszac a été reconnue par M. de Saporta être d'époque pliocène.

Alluvions anciennes.

On trouve dans la Haute-Loire, à des niveaux plus élevés que les plages actuelles, beaucoup d'alluvions anciennes, qui sont les plus irrécusables témoins des modifications qu'a éprouvées le relief du sol et qui nous font pour ainsi dire assister au creusement successif des vallées. Elles sont formées soit de bancs sableux, soit de graviers et de galets, et tout à fait semblables à celles que les rivières et les ruisseaux continuent à déposer. Les unes ont subsisté, malgré les érosions, à la surface des terrains qui les ont reçues; les autres, en plus grand nombre, ont été conservées par les coulées de basalte qui les ont couvertes.

Les environs du Puy en fournissent de très-beaux exemples. Sur les pentes de Vals, de Taulhac, des Forges, d'épaisses assises de sable, mêlées de lits de galets, séparent les marnes

tertiaires des basaltes ou des conglomérats ou les nappes volcaniques entre elles. On observe même derrière la butte ou garde de Taulhac, un petit lambeau de sable à nu qui est à 200 mètres au-dessus de la Loire. La plus grande partie du sable est à grains fins, et principalement composée, comme sur les bords du fleuve, de quartz et de mica, parce que ce sont les éléments qui résistent le mieux à la trituration et à la décomposition chimique : il est souvent coloré d'une légère teinte ocreuse par l'oxyde de fer, souvent aussi limoneux par un mélange d'argile, en quelques points chargé d'un peu de matière charbonneuse. Les galets, qui sont d'assez petites dimensions, proviennent pour la plupart des roches de basalte, beaucoup du granite, beaucoup aussi du phonolithe. Ce dernier point est important à noter ; car les pierres de phonolithe n'ont pu descendre que du groupe des montagnes du Mézenc et du Gerbier des Joncs, où la Loire a sa source et reçoit ses premiers affluents. On retrouve pareils dépôts vers Ours-Mons et sous la plaine de Chambeyrac, et du sable limoneux sous le rocher de Polignac, du côté du nord. Au près de Polignac et sur le flanc occidental de la vallée où ce village est situé, jusqu'à Bilhac, on rencontre encore des galets phonolithiques épars sur le sol.

Tous ces faits nous racontent l'histoire de la Loire ; il nous apprennent qu'elle a longtemps erré sur les terres où s'est postérieurement creusé le bassin du Puy, qui, avant la venue des basaltes, devait former une assez large plaine de faible déclivité. A une époque relativement récente, le fleuve a détourné son cours pour s'engager dans l'étroite vallée de Coubon et dans les défilés de Peyredeyre. Ce déplacement a eu pour causes l'obstruction des anciens lits par les masses de basalte, et sans doute aussi quelques fissures déterminées par les violentes secousses qui ont accompagné les explosions des volcans.

La rivière de la Borne, autour du village qui porte son nom, et à la Roche-Lambert, a laissé des arènes limoneuses, semblables à celles de la Loire, sauf l'absence de toute pierre phonolithique, et protégées de même par des basaltes.

A Couteuze et au Vialard, un grand dépôt de sable, apparent sous les laves de la plaine de Saint-George d'Aurac, témoigne du passage d'un cours d'eau considérable. C'était probablement l'Allier, lorsque cette rivière traversait le bassin de Paulhaguet, et avant qu'elle se fût jetée dans le sillon de la Voûte et de Saint-Ilpize.

Plus en aval, l'Allier, en approfondissant son lit, a laissé des deux côtés de la plaine de Brioude de grands débris de ses anciennes plages de galets, qui couvrent des terrasses et les sommets de quelques coteaux tertiaires. Les pierres de basalte y dominent, excepté dans les endroits où les apports sont venus visiblement des ruisseaux affluents. Elles sont beaucoup moins abondantes dans la basse plaine inondable. Maintenant, en effet, la haute rivière coule dans le gneiss et le granite. A une époque géologique un peu antérieure, elle se frayait un chemin à travers les masses de basalte qui ont inondé de longues parties de sa vallée.

Ces pierres que les eaux charriaient autrefois n'étaient ni plus grosses, ni plus lourdes que celles que nous les voyons, à chaque crue, rouler dans leur lit : c'est même très-ordinairement au niveau le plus bas que s'observent les plus volumineuses. L'ancien régime des eaux n'était donc pas plus violent et plus torrentiel que le régime actuel. Très-probablement il était au contraire plus calme, parce que les pentes étaient plus douces. L'observation des alluvions anciennes nous ramène ainsi à cette conclusion, dès l'abord indiquée, puis reproduite dans la présente note, que l'Auvergne et le Velay étaient, à l'époque des premiers basaltes, moins montagneux qu'aujourd'hui et moins élevés au-dessus des mers.

J'ai dit un peu plus haut que le dépôt pliocène de Bellecombe est à stratification fortement inclinée. La Société géologique a vu aux environs du Puy deux exemples de couches d'époque plus récente qui ont subi aussi des dérangements considérables. Ce sont d'une part des sables, avec lits de galets, coupés par le chemin de fer, derrière le petit plateau de Mont-Redon ; de l'autre, des assises de semblable nature, avec des conglomérats sur lesquels elles reposent et deux minces bancs de basalte qui y sont intercalés, sur la rive de la Borne, en face d'Espaly. Dans ces deux dernières localités, une cassure franche sépare les strates inclinés de ceux qui ont gardé la position normale et qui ne sont pas d'ailleurs de même formation que les sables. Ce qui rend ces observations fort remarquables, c'est qu'elles sont en désaccord avec l'allure générale des terrains ; car, à l'entour, les marnes miocènes montrent sur les flancs des collines les rubans presque horizontaux de leurs couches, et les plateaux étagés de basalte se maintiennent sans pente sensible. On n'observe pas non plus que dans le bassin du Puy, la continuité et la concordance de

l'ensemble des bancs tertiaires ou des nappes volcaniques soient rompues par de grandes failles. Je ne pense donc pas qu'on puisse voir dans les faits dont il s'agit autre chose que des accidents locaux, n'affectant que des espaces très-restricts. Les secousses volcaniques ont dû donner naissance à des gouffres, à des entonnoirs : de là, des chutes et des dislocations partielles.

M. Hedde annonce une monographie du territoire de Ronzon qu'il a étudié avec soin, et lit la note suivante sur les brèches éruptives du bassin du Puy.

Notice sur la brèche éruptive et sur les dykes du bassin du Puy-en-Velay ; par M. Isidore Hedde.

Les géologues qui ont assisté au congrès de-Puy-en-Velay ont différé souvent d'opinions; ceux du pays, adoptant unanimement les théories émises par les naturalistes modernes, qui sont d'avis que les roches principales du bassin du Puy, telles que *Corneille* (alt. 761 m.), *Saint-Michel* (alt. 694 m.), *Polignac* (alt. 806 m.), *Espaly* (alt. m. 674), *Ceyssac* (alt. 743 m.), et autres moins importantes, sont de véritables dykes bréchoïdes, éruptifs, de même origine que la *Roche-Rouge* (alt. 736 m.), tous ayant percé, par une force centrifuge, les couches plus anciennes, pour s'échapper du sein d'un foyer incandescent. Les géologues étrangers, présents au congrès, et jugeant probablement à première vue, ont émis les opinions les plus divergentes. Les uns, comme M. Delanoüe, ne voient dans les brèches que des amas de lapillis, de scories agglutinées et soudées ensemble, formant des espèces de conglomérats et de stratifications, au moyen d'émissions aériennes ou atmosphériques; d'autres, comme M. Grünner, n'y trouvent qu'une espèce de tuf, plus ou moins analogue à ce que l'on voit dans l'Ardèche et dans d'autres contrées volcaniques; d'après l'éminent directeur de l'École des mines de Paris, nos roches, essentiellement *Plutoniennes*, ne seraient que de vulgaires produits *Neptuniens*. Mais quel est donc le prince de la science qui ait été à l'abri de l'erreur? Linnée, Cuvier, Léopold de Buch, Élie de Beaumont, Ch. Lyell, eux-mêmes, en ont-ils été exempts? *Errare humanum est!*

D'autres; enfin, dont les noms m'échappent, ne voient dans les brèches éruptives, si singulièrement posées, que des espèces d'aérolithes, de *ramponeaux*, si j'ose m'exprimer ainsi, lancés par les bouches volcaniques, et qui se seraient enfouies dans le sol par leur propre poids. M. Aymard a fort bien répondu que, s'il en était ainsi, que si les cônes étaient isolés, il s'en suivrait que, depuis des siècles, des milliers, que dis-je? des millions de siècles, peut-être, que les érosions ont eu lieu, tout alentour, on apercevrait des cavités, des continuités; sous eux, des terrains plus anciens, ainsi qu'on peut le voir partout sous les plateaux basaltiques et sous toutes les roches provenant de coulées, de simples émissions volcaniques. J'ajouterai que les produits aériens ne se présentent pas en forme de *ramponeau*, mais affectent particulièrement celle de *bombe*, de *larme*, etc., ainsi que nous le voyons autour de nos principaux cratères.

Il en est même, comme M. Lory, qui ne trouvent dans nos brèches éruptives que des amas de stratifications, que des conglomérats, plus ou moins désagrégés, désamalgamés, que des *ruines*, enfin, car il faut bien dire le mot, répété, à plusieurs reprises : Avouons que si les roches de Saint-Michel et de Corneille ne sont que des *ruines*, ce sont de magnifiques ruines, et cette expression n'empêchera pas, j'espère, les géologues futurs de se rendre de toutes les parties du globe pour venir les admirer!

Quant à M. Aymard, qui a soutenu, malgré sa santé affaiblie, avec l'énergie et la conviction que donne le sentiment de ce qu'il croit la vérité, les théories des princes de la science moderne, théories qu'il a vérifiées par plus de quarante années d'études, de travaux, d'observations, d'écrits et de recherches de toute nature, sur les différents points en discussion, il admet certainement des stratifications, mais infiniment légères, à la suite et comme conséquence des éruptions mêmes, des conglomérats avec soudures, par l'effet de l'accumulation et du tassement des diverses matières ignées, entassées les unes sur les autres, et solidifiées à des intervalles différents, au fur et à mesure de l'éruption et de refroidissement, comme on peut le remarquer sur nos roches diverses de *brèche*, mais encore sur nos différentes roches basaltiques et laviques, comme à *Ronzon* (alt. 710 m.), *Chayrac* (alt. 632 m.), *Montaudon* (alt. 662 m.), *Rome* (alt. 683 m.), etc. Il admet, comme moi, que les *brèches* éruptives du Velay ont des caractères distinctifs, particuliers au pays, que

ces caractères sont, d'après Faujas de Saint-Fond, Bertrand de Doue, Ch. Lyell et autres éminents géologues, tant anciens que modernes; couleur grise, jaunâtre, ou vert-olive, d'autant plus foncée que la roche a plus de solidité; cimentation de laves basaltiques, de scories finement poreuses, à angles un peu arrondis ou du moins finement émoussés, avec fragments accidentels de gneiss, de granite, de feldspath, de quartz roulé, de péridot, de marnes, de calcaire d'eau douce, quelquefois d'amphibole en grains ou en cristaux, même de zircons, plus souvent de spath calcaire et d'aragonite; ces dernières substances, produites par voie d'infiltration. Réunion de matières agglutinées et liées par une pâte assez abondante, formée par un mélange de cendres volcaniques, de détritiques de lave et d'argile ferrugineuse. Ces brèches sont tantôt dures, tantôt tendres; il y en a de rubannées, de massives, de stratifiées et de non stratifiées, de cimentées et de non cimentées, de scorifiées par le feu et d'agglutinées par l'eau; il y en a de turriciformes, de lanciformes, d'argiloïdes et de boueuses, ces dernières quelquefois osseuses, c'est-à-dire où se trouvent des fossiles d'animaux et mêmes d'hommes; il y en a enfin de toutes les formes et de toutes les natures; mais il n'y a partout qu'une seule origine : c'est le feu, à travers les terrains anciens et l'eau.

M. Aymard admet, comme moi, les tufs volcaniques, tels que ceux de l'*Hermitage* (alt. 750 m.), de *Guitard* (alt. 737 m.), de *Tarayre* (alt. 840 m.), etc., soit à l'état scoriforme, poreux, terreux, soit à texture cimenteuse, et comme produits secondaires de matières ignées et aqueuses; mais je ne suis plus d'accord avec M. Aymard, ni avec la presque généralité des géologues, présents au congrès, qui admettent une grande faille, ouverture ou crevasse, à travers le terrain tertiaire, d'où seraient sortis les cônes ou *dykes* bréchoïdes du bassin du Puy. M. Aymard prétend que l'axe principal de cette émission serait dans la direction de *Roche-Arnaud* (alt. 785 m.), à *Polignac* (alt. 806 m.), c'est-à-dire du sud-ouest au nord-ouest. Cette théorie, je ne puis l'admettre, par la raison que si tous les *dykes* du bassin du Puy eussent été reliés par un même axe, la force d'éruption en eût été d'autant plus diminuée que la faille eût été longue et les *dykes* nombreux. L'idée d'un réceptacle commun ne peut être admise pour les brèches éruptives qui se font remarquer de Roche-Arnaud à Polignac, puisque nous pouvons observer des roches de même nature, tant à *Espaly* (alt. 674 m.), et à *Ceyssac* (alt. 743 m.), que sur d'autres lignes divergentes, telles que *Ronzade* (alt. 794 m.), *Croustet* (alt. 896 m.), *Les Combes*

(alt. 690 m.), *Denise* (alt. 888 m.), *Sainte-Anne* (alt. 891 m.), *Cheyrac* (alt. 814 m.), *Brunelet* (alt. 844 m.), *Doue* (alt. 839 m.), et autres élévations, où la brèche se manifeste sous toutes les formes de coupole, cône, crête, tour, cheminée, etc. Vainement voudrait-on assimiler cette théorie de la formation des brèches coniques ou *dykes* à la théorie des soulèvements, professée par M. Élie de Beaumont, pour l'explication de la formation de nos grandes chaînes de montagnes; à mon avis, le parallélisme et la divergence des éruptions bréchoïdes et dykales ne peuvent s'appliquer à la grande loi des soulèvements.

Je crois donc fermement que tous nos *dykes*, tous nos rochers de formes diverses et de brèches éruptives, se sont formés de la même manière que la *Roche-Rouge* (alt. 736 m.); je crois que chacun d'eux possède des racines traçantes, et ce qui le prouverait, fait sur lequel les géologues présents au congrès n'ont pas assez porté leur attention, c'est que la plupart de nos *dykes* ont des *satellites*, qui semblent avoir été le dernier effort expirant de la matière éruptive. A mon avis, *Saint-Michel* serait le satellite de *Corneille*, *Flajac* celui de *Polignac*, *L'Arbousset* celui d'*Espaly*, etc.

La théorie d'une grande *faille* ou réservoir, présentée par M. Aymard, et à laquelle se sont ralliés MM. Tournaire, d'Uxeloup de Rozemont et autres savants géologues, ne me paraît pas admissible. Vainement M. Aymard a-t-il invoqué ses fouilles, dans la rue *Rochetaillade* (*Rupes Scissa*), au Puy, rue tracée sur la brèche. A cette allégation je réponds que c'est le fait de la continuité du *dyke* de *Corneille*, jusque dans le sein de la terre, mais nullement la preuve de sa soudure avec d'autres *dykes* du bassin du Puy.

Amicus Cato, sed magis amica veritas.

Je ne crois pas non plus qu'un *dyke* soit un mur, comme l'a prétendu M. Lory. Le mot *dyke*, dérivé du saxon, est un terme anglais qui signifie *Digue*, falaise, dans le genre du mot hollandais *Polders*. C'est un terme qui a été appliqué avec justesse, particulièrement à nos roches bréchoïdes, par MM. Ch. Lyell, Poulett-Scrope et autres savants géologues, pour désigner un *filon éruptif, de formation ignée, poussée de bas en haut, remplissant l'intervalle entre les parois d'une cheminée volcanique et s'élevant, en masse solidifiée et formes diverses, au-dessus de la surface du sol.*

Je crois être parfaitement d'accord avec M. Aymard, en avançant que les conglomérats de nos plateaux volcaniques, que les tufs sortis de nos différents cratères, ne sont pas plus de la *brèche* que ne le sont les basaltes et les laves; je crois qu'il pense, comme moi, que la *brèche* singulière de nos *dykes* est surtout particulière à notre bassin du Puy, que si cette *brèche* renferme des parcelles de roches primitives et des matières diverses; c'est qu'elle les a saisies et entraînées à son passage, de son foyer intérieur, à travers les couches des terrains divers. Je crois, de plus, que nos *dykes* ont été formés, non pas tout à fait comme des champignons, pourvus de chapeaux, mais plutôt par une certaine force d'impulsion, comme celle produite par l'eau, dans le siphon d'un puits artésien, on pourrait en faire l'expérience par le jet artificiel d'une matière gélatineuse qui se solidifierait immédiatement après sa sortie de l'appareil.

Quant à moi qui ai beaucoup vu, beaucoup étudié, beaucoup observé, beaucoup écouté, mais qui n'ai pas l'usage de la parole, ce qui me prive du plaisir de la discussion, je me bornerai à dire, par écrit, que j'ai eu l'occasion de visiter bien des contrées volcaniques, que j'ai assisté à bien des éruptions ignées, mais j'avoue que je n'ai rien vu de semblable à ce qui se présente devant mes yeux dans ce pays si curieux du Velay, ce qui me fait supposer, à tort ou à raison, que les volcans modernes ne peuvent pas expliquer les éruptions anciennes. La nature a mille formes et mille moyens pour se manifester; elle est infinie, tant pour le présent qu'elle l'a été dans le passé, qu'elle le sera dans l'avenir.

Au *piton de Fournaise*, à Bourbon, la lave coulait d'un cratère, élevé de 2,200 mètres, et tombait en bouillonnant dans la mer, formant un large fleuve de 6 kilomètres au moins de longueur. Je pus suivre, pendant plusieurs jours, la marche du fluide incandescent et même tracer sur la surface, légèrement refroidie, avec le bout de ma canne ferrée, les noms chers de la patrie absente (1). Le volcan en éruption, en 1844, était situé, à l'est, dans le quartier Sainte-Rose, vers le 21°—40, lat. N. et 53°—28', long. E. de Paris. La coulée lavique, s'étendait, à travers le pays du *Grand Brûlé*, sur une étendue d'en-

(1) Voir dans les *Comptes rendus de la Société impériale d'agriculture, sciences et arts de Lyon*, année 1868, la description que j'ai faite de la phylionomie géologique de l'archipel des *Mascareignes*, à propos d'un oiseau fossile déterminé par M. Alphonse Milne-Edwards fils.

viron 9 kilomètres. Le piton de Fournaise, espèce de *dyke* conique est éloignée d'au moins 20 kilomètres du *piton des Neiges* (alt. 3,154 mètres), autre espèce de *dyke*, en forme de crête allongée, dans le genre de ce que nous remarquons à la *Roche-Arnaud*, près de Puy-en-Velay. Ce piton couvert de neiges, pendant six mois de l'année, est situé au-dessus du quartier de *Salazie* (altitude de 629 à 900 mètres), où se trouvaient les plantations de mûriers pour l'élève des vers à soie ; c'est là que je résidais, principalement pendant mon séjour à Bourbon.

Le quartier de Sainte-Rose est le territoire des volcans modernes ou contemporains. On y remarque les pitons, dits : *rouge*, du *Bois Blanc*, des *Cascades*, du *Crac de Fourche*, d'*Ango*, de la *mare d'Azule*, de la *Basse-Vallée*, *Vert*, *Saint-Joseph*, *Berth*, etc. ; les cratères dits : *Haury*, du *Cirque*, *Chisny*, *Hu- bert*, *Dupetit-Thouars*, etc. ; puis, au nord-ouest du piton de Fournaise, dans les plaines de *Cilaos* et des *Cafres*, on peut observer les pitons dits : des *feux à Manzac*, *Guichard*, des *Treize Cantons*, de la *Grande Montée*, de *Villers*, *Desmenil*, *De- jean*, *Hyacinthe*, etc.

Les éruptions les plus anciennes dont on se souviennent sont celles de 1775, de 1800, de 1812, de 1824 et de 1844, cette dernière, celle à laquelle j'ai assisté. Mais il est à noter que les détonations ont toujours été peu sensibles. même au plus fort des éruptions. Les soulèvements, les bouleversements du sol ont eu lieu, sans grand bruit, ni grandes commotions, c'est ce qui expliquerait peut-être le peu d'analogie qui existe entre les roches volcaniques modernes et celles plus anciennes ; par exemple, celles de Bourbon et celles du Velay. Néanmoins, M. Deville (1) trouve une grande analogie de formes entre le groupe des montagnes volcaniques de Bourbon et ceux de la Guadeloupe et du Cantal ; pourquoi alors n'explique-t-il pas la ressemblance qui peut exister, la similarité entre les roches anciennes et les modernes ? Je trouve bien des scories, des lapillis, des laves, des basaltes, des tufs même, mais des trachytes, des phonolithes de la brèche surtout, cette roche spéciale du bassin du Puy-en-Velay, point, pas plus à Bourbon qu'à Ténériffe (alt. 3,740 mètres), cette dernière montagne conique, en forme de *garde*, c'est-à-dire en dôme, composée de scories, de lapillis, de laves basaltiques, de tufs, mais de brèches point, pas plus qu'au mont *Gedé* (alt. 3,245 mètres), à Java, de même

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXVII, p. 48.

formation que la plupart des volcans encore en activité, des innombrables îles de l'Archipel indien, qui vomissent encore, quelquefois, de la fumée et des cendres, mais qui n'ont plus d'éruptions de matières ignées et liquides; à part, cependant le mont Ophir (alt. 3,950 mètres), à Sumatra, qui, comme le Vésuve, a un centre d'activité permanent, et qui éclaire de ses feux grandioses une partie du détroit de Malaca. J'ignore s'il y existe des roches dans le genre de celle du Velay, par la raison que je n'ai vu le volcan que de loin, et que mes renseignements ne m'ont fourni aucune donnée précise à cet égard. Je serais néanmoins porté à croire que c'est au Japon, terre classique des volcans anciens et modernes, le foyer incessant des émissions, des éruptions, des coulées, des volcans, des bouleversements de toute nature; c'est à la soufrière de *Ximbara* (alt. 2,100 mètres), dans l'île de *Kieou-Léou*, au piton du *Fouzyamma* (alt. 4,000 mètres), sur Nippon, intermittent comme *Ténériffe* et *Gedé*; c'est à *Sikost* et *Yéso*, c'est dans les milliers d'îles de l'Archipel japonais, toutes déchiquetées par l'effet des causes plutoniennes, toutes pourvues de cratères éteints et de bouches volcaniques en activité qu'il faut aller étudier la grande question des roches plutoniennes anciennes et modernes. Jusque-là, tant que la science n'aura pas reconnu la différence qui existe entre les bouleversements de temps anciens et ceux qui se produisent de nos jours, ainsi que les causes qui les ont amenés, je dirai que le Velay est le pays des trachytes et des phonolites types, et que le bassin du Puy est la seule patrie de la brèche volcanique par excellence.

Avant de déclarer close la session extraordinaire, M. le Président Vinay exprime à ses collègues la vive gratitude des habitants de la ville du Puy qui ont pu s'associer aux travaux de la Société durant les séances publiques. Il espère que les relations qui se sont ainsi établies ne seront pas éphémères.

La séance de clôture a été levée à 11 heures.

NOTES ADDITIONNELLES PAR M. TARDY.

Dans la dernière séance, j'avais annoncé l'intention de rechercher l'origine des chailles de l'herm et du Monastier.

N'ayant pu, par suite du mauvais temps, mettre ce projet à exécution, je vais, néanmoins, donner quelques renseignements sur cette question.

On m'a affirmé que les roches calcaires employées au village des Estables, au Mézenc, venaient des pâturages du Grand-Borne, situés au sud-est de cette montagne.

Dans une direction presque sud-ouest, parallèle à tous les grands accidents de ce pays, on voit sur la rive droite de l'Allier, en face du Luc, des assises de roches stratifiées qui buttent contre les roches granitoïdes de la chaîne de Mercoire prolongée.

Ces roches sont, de loin, identiques aux calcaires jurassiques que M. Fabre, garde général des forêts à Mende-Lozère, a bien voulu avoir la bonté de me montrer près de Saint-Frézal-d'Albuge.

Dans l'alignement de ces témoins de roches secondaires, se trouvent les pâturages de la commune de Usclades, où la Loire prend sa source. Or M. Vinay a ramassé des térébratules dans cette rivière.

Il n'y a donc rien de hasardé à penser que probablement une bande, presque continue, de terrain jurassique s'étend de Bagnols-les-Bains, jusque au delà du Mézenc ; elle doit se cacher dans une rive du terrain primitif.

Note sur les glaciers du Velay ; par M. Tardy.

En allant à la réunion du Puy par le chemin vininal de Langeac au Puy, j'ai vu au sortir de Langeac, près de Bavat, des blocs striés. Après la session, j'ai reconnu sur l'autre versant des chaînes qui séparent l'Allier de la Loire, des lambeaux de moraines situés en amont d'Espaly dans la vallée de la Borne.

Je crois, à cette occasion, devoir faire remarquer que la plupart des grandes routes du Velay ne suivent pas les rivières, parce que celles-ci sont en général d'autant plus encaissées dans des gorges profondes, que leurs sources sont plus au centre des plateaux. Or, c'est à l'intérieur de ces vallées d'é-

coulement principal que doivent se trouver les plus beaux vestiges de moraines. La vallée de la Borne nous en montre un exemple.

Cette absence de grandes routes, dans les vallées principales situées en amont des gorges de Peyredeyre, est sans doute la cause qui a empêché la Société de pouvoir constater, pendant son excursion dans le Velay, la présence de vestiges morainiques.

C'est ce qui m'engage à appeler l'attention sur la présence, très-probable, de moraines le long de la Loire en amont de Brives-Charenzac.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME

Le frère INDES. — Sur la formation des tufs et sur une caverne à ossements des environs de Rome.	11
MUSSY. — Roches ophitiques du département de l'Ariège.	28
J. MARCOU. — Sur une météorite tombée le 11 juillet 1868, à Lavaux, près Ornans (Doubs).	92
DAUBRÉE. — Observations sur la météorite d'Ornans et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique.	95
H. COQUAND. — Sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'oxfordien supérieur et l'étage valangien (base du terrain crétacé).	100
Éd. HÉBERT. — Sur les couches comprises, dans le Midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux à <i>Belemnites dilatatus</i> , en réponse à M. Coquand.	131
L. DIEULAFAIT. — Sur les calcaires blancs néocomiens des environs de Toulon	139
H. COQUAND. — Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Arragon).	144
COLLENOT. — Existence de blocs erratiques d'origine glaciaire au pied du Morvan.	173
J. BEAUDOIN. — Sur le <i>Neritopsis Deslonchampsii</i>	182
H. COQUAND. — Sur la formation crétacée de la montagne de la Clape, près de Narbonne (Aude).	187
Éd. HÉBERT. — Classification des assises néocomiennes. Réponse aux critiques de M. H. Coquand.	214
TABARIÈS DE GRANDSAIGNES. — De quelques terrains cristallins, sédimentaires et glaciaires de la Corse.	266
G. COTTEAU. — Observations sur la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier, Jura vaudois, par M. de Loriol.	274
LE MÊME. — Observations sur l'Échinologie de MM. Desor et de Loriol.	276
A. LEYMERIE. — Mémoire pour servir à la connaissance de la division inférieure du terrain crétacé pyrénéen.	277
A. CAILLAUX. — Résumé des diverses publications de M. Luigi Bombicci, sur la théorie des <i>associations polygéniques</i> , appliquée à l'étude et la classification des minéraux.	336
G. FABRE. — Sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de Nancy.	353
FALSAN et CHANTRE. — Sur le tracé d'une carte géologique du terrain	

erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône.	360
DE ROYS. — Sur les formations d'eau douce supérieures aux sables de Fontainebleau.	376
COMMISSION DE COMPTABILITÉ. — Rapport sur les comptes du trésorier pour l'exercice 1867.	386
LA SOCIÉTÉ. — Nomination des Commissions du Bulletin, des Mémoires, de Comptabilité et des Archives; Nomination du Bureau et du Conseil, pour 1869.	390
Th. ÉBRAY. — Recherches sur l'inclinaison des couches jurassiques à l'ouest des Alpes dauphinoises.	393
L. DIEULAFAIT. — Zone à <i>Avicula contorta</i> et <i>infra-lias</i> dans le Midi de la France, à l'ouest du Rhône (Ardèche, Lozère, Aveyron, Hérault).	398
Éd. HÉBERT. — Sur les couches inférieures de l' <i>infra-lias</i> du Midi de la France.	447
D'ARCHIAC. — Note sur le genre <i>Fabularia</i> , De France.	454
LA SOCIÉTÉ. — Décision fixant la séance annuelle de 1869, au 1 ^{er} avril, l'ouverture des séances ordinaires à 8 heures très-précises, et celle de la Bibliothèque tous les jeudis soirs de 8 h. à 11 h.	459
LA MÊME. — Décision portant qu'il ne sera accordé à chaque membre que deux feuilles d'impression au plus pour chacune de ses communications, et quatre feuilles pour la totalité de ses communications de l'année. Une indemnité proportionnelle à l'excédant sera prélevée sur chaque membre dont les communications ne rentreraient pas dans ces limites.	461
F. GARRIGOU et H. DUPORTAL. — Ages de l'Ours, du Renne, de la pierre polie et des dolmens dans le département du Lot.	461
MEUGY. — Sur le lias du N.-E. de la France.	484
JACQUOT. — Observations sur le même sujet.	513
Alph. PERON. — Sur les terrains jurassiques supérieurs en Algérie.	517
G. COTTEAU. — Note sur les Échinides du terrain jurassique supérieur de l'Algérie.	529
LE MÊME. — Sur les Échinides fossiles recueillis par M. L. Lartet en Syrie et en Idumée.	533
H. COQUAND. — Composition géologique et origine de la Crau (Bouches-du-Rhône).	541
G. DE MORTILLET. — Classification chronologique des cavernes de l'époque de la pierre simplement éclatée, et observations sur le diluvium à cailloux brisés.	583
Éd. HÉBERT. — Observations sur les caractères de la faune de Stramberg et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d' <i>Étage tithonique</i>	588
A. LEYMERIE. — Récit d'une exploration géologique de la vallée de la Sègre.	604
CHAPER. — Observations au sujet de la communication de M. Éd. Hébert sur les caractères de la faune de Stramberg, etc.	668
J. MARCOU. — Note sur l'origine de l'étage tithonique.	669
Éd. HÉBERT. — Réponse à MM. Marcou et Chaper, à propos de la discussion sur l'âge des calcaires à <i>Terebratula diphya</i> de la Porte de France.	671
DESOR. — Lettre de M. Whitney annonçant la découverte de restes hu-	

mains et de traces du travail de l'homme dans des roches tertiaires de Californie.	676
Ch. GRAD. — Formation et constitution des lacs des Vosges.	677
LE MÊME. — Observations sur les glaciers du Grindelwald.	687
LEVALLOIS. — Notice sur la vie et les travaux de Ch. Ed. Thirria.	693
Éd. HÉBERT. — Notice néerologique sur M. Hørnes.	714
Alb. DE LAPPARENT. — Discours sur les progrès de la Géologie.	716
TCHIHATCHEFF (DE). — Carte géologique de l'Asie mineure.	737
DAUBRÉE. — Observations sur le travail de M. de Tchihatcheff sur l'Asie Mineure.	740
E. DUFOUR. — Sur le pseudomorphisme des roches feldspathiques.	744
LE MÊME. — Sur un singe probablement subfossile.	746
V. RAULIN. — Carte géologique de l'île de Crète.	747
LE MÊME. — De l'opinion de M. Cordier sur les Ophites des Pyrénées.	747
SAPORTA (DE). — Études sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire.	751
LE MÊME. — Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain).	752
R. TOURNOUR. — Observations sur la faune des coquilles fossiles des tufs de Meximieux (Ain).	774
P. GERVAIS. — Restes fossiles du Glouton recueillis en France.	777
BOURASSIN. — Sur les blocs granitiques qui se trouvent aux environs de Concarneau et de Tréguier.	779
P. MATHERON. — Sur les reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau.	781
R. TOUCAS. — Description géologique et paléontologique du canton de Beausset (Var) et de ses environs.	796
F. GARRIGOU. — Sur le niveau des Cavernes.	825
LA SOCIÉTÉ. — Décision portant qu'à l'avenir ne seront admis à faire de nouveau partie de la Société les anciens membres non démissionnaires, qu'après qu'ils auront acquitté les cotisations se rapportant aux années pendant lesquelles ils auront continué à recevoir le <i>Bulletin</i> . — L'envoi du <i>Bulletin</i> cessera au 1 ^{er} juillet pour les membres qui n'auront pas fait parvenir avant cette époque la cotisation de l'année courante. Cette mesure ne sera applicable qu'à partir du 1 ^{er} juillet 1870.	833
H. COQUAND et BOUTIN. — Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Samène (Gard).	834
H. COQUAND. — Comparaison des terrains de Ganges (Hérault) avec d'autres terrains analogues, et constatation des étages kimméridgien et portlandien fossilifères dans la Provence.	854
BELGRAND. — L'âge des tourbes dans la vallée de la Seine.	879
PONZI. — Le Volcanisme romain. — Remarques sur les observations géologiques faites en Italie par M. Gosselet.	903
L'abbé BOURGEOIS. — Sur des silex taillés trouvés dans des dépôts miocènes à Thenay (Loir-et-Cher).	904
TARDY. — Notes sur le Vivarais.	912
DAUBRÉE. — Sur l'existence de gisements de bauxite dans les départements de l'Hérault et de l'Ariège.	915
LE MÊME. — Sur l'exploitation de minerais de cuivre par les anciens.	918
J. MARCOU. — Les derniers travaux sur le Dyas et Trias de Russie.	919

TARDY. — Sur quelques éboulements.	924
Th. ÉBRAY. — Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais.	927
O. TERQUEM et E. JOURDY. — Sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse.	947
R. TOURNOUER. — Sur des Nummulites et une nouvelle espèce d'Echinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène moyen » des environs de Paris.	974
LE MÊME. — Sur l'âge géologique des « molasses de l'Agenais » à propos de la découverte de nouveaux débris d' <i>Elotherium magnum</i> et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du département de Lot-et-Garonne.	983
GRUNER. — Sur un vieux bois d'étai de la mine de Littry (Calvados).	1023
DELESSE. — Lithologie des mers de l'ancien monde.	1025
VIRLET D'Aoust. — Découverte de traces microscopiques de végétaux dans des roches considérées comme éruptives.	1030
Th. ÉBRAY. — Sujet d'études dans le département de la Haute-Loire.	1031
COMMISSION DE COMPTABILITÉ. — Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1868.	1033
RAMES et MARION. — Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société au Puy-en-Velay, en septembre 1869.	1041
R. TOURNOUER. — Sur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs de Puy-en-Velay.	1061
H. E. SAUVAGE. — Sur les poissons du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay.	1069
TOURNAIRE. — Sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre.	1106
TARDY. — Sur les glaciers du Velay.	1178

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-SIXIÈME VOLUME

(DEUXIÈME SÉRIE)

Année 1868 à 1869

A

Algérie. Sur les terrains jurassiques supérieurs en —, par M. Alph. Peron, p. 517. = Echinides du même terrain, par M. G. Cotteau, p. 529.
Alpes. Recherches sur l'inclinaison des couches jurassiques à l'O. des Alpes dauphinoises, par M. Th. E. Bray, p. 393.
ARCHIAC (D'). Sur le genre *Fabularia* DeFrance, p. 454.
Ariège. Roches ophitiques du départe-

ment de l' —, par M. Mussy, p. 28.
= Sur l'existence de gisements de bauxite dans l' —, par M. Daubrée, p. 915.

Asie. Carte géologique de l' — Mineure, par M. de Tchihatcheff. Observations de M. Daubrée, p. 737.

Aude (département de l' —). Sur la formation crétacée de la montagne de la Clape, près de Narbonne, par M. H. Coquand, p. 187.

B

Bauxite. Sur l'existence de gisements de — dans les départements de l'Hérault et de l'Ariège, par M. Daubrée, p. 915.

BEAUDOUIN (J.). Sur le *Neritopsis Deslongchampsii*, p. 182.

Beausset (Var). Description géologique et paléontologique du canton de — et de ses environs, par M. R. Toucas, comprenant l'étude des terrains tertiaire, crétacé, jurassique et triasique (pl. VI), p. 796.

BELGRAND. L'âge des tourbes dans la vallée de la Seine (pl. VII). Observations de M. Lesquereux, p. 879.

Bibliographie, p. 5, 265, 271, 352, 392, 458, 460, 481, 667, 735, 780, 832, 900, 913, 946.

Bibliothèque de la Société. Ouverture les jeudis soir de 8 à 11 h., p. 459.

Blocs erratiques. Existence de — d'origine glaciaire au pied du Morvan, par M. Collenot. Observations de MM. Belgrand et Hébert, p. 173. = — de granite dans les environs de Concarneau (Finistère), par M. Bourassin, p. 779.

Bois. Sur un vieux — d'étaï de la mine de Littry (Calvados), transformé en substance voisine des lignites ou des houilles sèches à longues flammes, par M. Gruner, p. 1023.

Bouches-du-Rhône. Sur les assises qui, dans les —, sont placées entre l'oxfordien supérieur et le valenginien, par M. H. Coquand, p. 100. = Com-

- position géologique et origine de la Crau, par le même, p. 541. = Saurien fossile d'un genre nouveau, recueilli par M. Matheron dans les lignites de la Nerthe, par M. P. Gervais, p. 777. = Sur les reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau, par M. Philippe Matheron, p. 781.
- BOURASSIN. Blocs erratiques de granite dans les environs de Concarneau (Finistère), p. 778.
- BOURGEOIS (l'abbé). Sur des silex taillés trouvés dans des dépôts miocènes à Thenay (Loir-et-Cher), p. 901.
- BOUTIN ET COQUAND. Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Sumène (Gard), p. 834.
- Budget présenté par le trésorier pour 1869, p. 483.
- Bulletin. Chaque membre n'a droit qu'à deux feuilles d'impression au plus pour chacune de ses communications et quatre pour la totalité de l'année, p. 461.
- Bureau. Nomination du — pour 1869.

C

- CAILLAUX (A.). Résumé des diverses publications de M. Luigi Bombicci sur la théorie des associations polygéniques, appliquée à l'étude et à la classification des minéraux, p. 336.
- Californie. Lettre de M. Whitney, communiquée par M. Desor, annonçant la découverte de restes humains et de traces du travail de l'homme dans les roches tertiaires de la —, p. 676.
- Carte géologique de l'Asie Mineure, par M. de Tchichatcheff. Observations M. Daubrée, p. 737. = — de l'île de Crète, par M. V. Ranlin p. 747.
- Caverne. Sur une — à ossements des environs de Rome, par le frère Indes, p. 11. = Sur des cavernes à ossements de différents âges dans le département du Lot, par MM. F. Garrigou et H. Duportal. Observations de M. L. Lartet, p. 461. = Classification chronologique des cavernes de l'époque de la pierre simplement éclatée, par M. G. de Mortillet. Observations de MM. Ed. Lartet et de Vibraye, p. 583. = Sur le niveau de cavernes, par M. F. Garrigou. Observations de M. Ed. Lartet, p. 825.
- CHANTRE ET FALSAN. Sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône. Observations de MM. Belgrand et Michal, p. 360.
- CHAPER. Observations au sujet de la communication de M. Ed. Hébert sur les caractères de la faune de Stramberg, etc., p. 668.
- COLLENOT. Existence de blocs erratiques d'origine glaciaire au pied du Morvan. Observations de MM. Belgrand et Hébert, p. 173.]
- Commission de comptabilité. Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1868, p. 1033.
- Commissions. Nomination des — du Bulletin, des mémoires, de comptabilité et des archives pour 1869, p. 390.
- Concarneau (Finistère). Blocs erratiques de granite dans les environs de —, par M. Bourassin, p. 778.
- Conseil. Nomination du — pour 1869, p. 390.
- COQUAND (H.). Sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'oxfordien supérieur et l'étage valenginien, p. 100. = Sur la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon) (pl. I), p. 144. = Sur la même formation de la montagne de la Clape, près de Narbonne (Aude), p. 187. = Composition géologique et origine de la Crau (Bouches-du-Rhône), p. 541. = Comparaison des terrains de Ganges (Hérault) avec d'autres terrains analogues, et constatation des étages kimméridgien et portlandien fossilifères dans la Provence. Observations de MM. Hébert et Parran, p. 854.
- COQUAND ET BOUTIN. Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Sumène (Gard), p. 834.
- Corse. De quelques terrains cristallins, sédimentaires et glaciaires de la —, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 266.
- COTTEAU (Gust.). Observations sur la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier,

Jura vaudois, par M. de Loriol, p. 274. = *Idem* sur l'échinologie helvétique de MM. Desor et de Loriol. Remarque de M. Deshayes, p. 276. = Echinides du terrain jurassique supérieur de l'Algérie, p. 529. = Echinides fossiles recueillis par M. L.

Lartet en Syrie et en Idumée, p. 533. Crète. Carte géologique de l'île de —, par M. V. Raulin, p. 747. Cuivre. Sur l'exploitation des minerais de — par les anciens, par M. Daubrée. Observations de MM. de Mortillet et P. Gervais, p. 918.

D

DAUBRÉE. Observations sur la météorite d'Ornans et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique, p. 93. = Observations sur un travail de M. de Tchibatcheff sur l'Asie Mineure, p. 740. = Sur l'existence de gisements de bauxite dans les départements de l'Hérault et de l'Ariège, p. 915. = Sur l'exploitation des minerais de cuivre par les anciens. Observations de MM. de Mortillet et P. Gervais, p. 918.

DELESSE. Lithologie des mers de l'ancien monde, p. 1025.

DESOR. Lettre de M. Whitney annonçant la découverte de restes humains et de traces du travail de l'homme dans les roches tertiaires de Californie, p. 676.

DIEULAFAIT (L.). Sur les calcaires blancs néocomiens des environs de Toulon, p. 139. = Zone à *Avicula contorta* et *infra-lia* dans le midi de la France, à l'ouest du Rhône (Ardèche, Lozère, Aveyron, Hérault). Observations de M. Paran et de M. Ed. Hebert (pl. IV), p. 398.

DUFOUR (E.). Sur le pseudomorphisme des roches feldspathiques, p. 744. = Sur un singe probablement subfossile, p. 746.

DUPORTAL (H.) et F. Garrigou. Ages de Pours, du renne, de la pierre polie et des dolmens dans le département du Lot. Observations de M. L. Lartet, 461.

Dyas. Voir Terrain permien.

E

EBRAY (Th.). Recherches sur l'inclinaison des couches jurassiques à l'O. des Alpes dauphinoises, p. 393. = Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais. Observations de MM. Delesse, Lory et Jannetaz, p. 927. = Sujets d'étude dans le département de la Haute-Loire. Diluvium séparant deux périodes d'éruptions basaltiques. Roches éruptives anciennes, p. 1031.

Echinides. Observations de M. G. Cot-

teau sur l'échinologie helvétique de MM. Desor et de Loriol. Remarque de M. Deshayes, p. 276. = — du terrain jurassique supérieur de l'Algérie, par M. G. Cotteau, p. 529. = — fossiles recueillis par M. L. Lartet en Syrie et en Idumée, par le même, p. 533.

Espagne. Formation crétacée de la province de Ternel (ancien royaume d'Aragon), par M. Coquand (pl. I), p. 144.

F

FABRE (G.). Sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de Nancy p. 353.

Fabularia, De France. Sur le genre —, par M. d'Archiac, p. 454.

FALSAN et Chantre. Sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône. Observations de MM. Belgrand et Michal, p. 360.

Fossiles. Observations de M. Tombeck sur des — néocomiens ayant l'aspect corallien, p. 540. = Observations par M. R. Tournouer sur la faune des coquilles fossiles des tufs de Meximieux (Ain), p. 774. = Sur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs du Puy-en-Velay, par le même, p. 1061.

France. Sur les couches comprises dans le midi de la — entre les calcaires

oxfordiens et le néocomien marneux à *Belemnites dilatatus*, en réponse à M. Coquand, par M. Ed. Hébert, p. 131. = Zone à *Avicula contorta* et *infra-lias* dans le midi de la —, à l'O. du Rhône (Ardèche, Lozère, Aveyron, Hérault), par M. L. Dieulafait. Observations de M. Paron (pl. IV), p. 398. = Sur les couches inférieures de l'*infra-lias* du midi de la —, par M. Ed. Hébert. Observations de

M. L. Dieulafait, p. 447. = Sur le *lias* du N. E. de la —, par M. Meugy, p. 484. = Observations de M. Jacquot sur le même sujet, p. 513. = 3^e partie des études sur la végétation du S. E. de la — à l'époque tertiaire, par M. de Saporta, p. 751. = Restes fossiles de glouton recueillis en —, avec quelques débris de Canis et d'un animal voisin du Chacal, par M. P. Gervais, p. 777.

G

GARRIGOU (F.). Sur le niveau des cavernes. Observations de M. Ed. Lartet, p. 825.

GARRIGOU (F.) et H. Duportal. Ages de l'ours, du renne, de la pierre polie et des dolmens dans le département du Lot. Observations de M. L. Lartet, p. 461.

Géologie. Discours sur les récents progrès de la —, par M. Alb. de Laparent, p. 716. = Constitution géologique de la Haute-Loire, par M. Tournaire. Voir à ce nom.

GERVAIS (Paul). Restes fossiles de glouton recueillis en France avec quelques débris de Canis et d'un animal voisin du Chacal. = Grand humérus d'oiseau et maxillaire inférieur d'*Haltitherium* recueillis par M. Delfortrie à Léognan. = Saurien fossile d'un

genre nouveau trouvé par M. Mathéron dans les lignites de la Nerthe, p. 777.

Glaciers. Sur les — du Grindelwald, par M. Ch. Grad, p. 687. = Sur les — du Velay, par M. Tardy, p. 1178.

GRAD (Ch.). Formation et constitution des lacs des Vosges, p. 677. = Sur les glaciers du Grindelwald, p. 687.

Grenoble (Isère). Réponse de M. Ed. Hébert à MM. Marcou et Chaper, à propos de la discussion sur l'âge des calcaires à *Terebratula diphyia* de la Porte-de-France, p. 671.

GRUNER. Sur un vieux bois d'étaï de la mine de Littry (Calvados), transformé en une substance voisine des lignites ou des houilles sèches à longues flammes, p. 1023.

H

HÉBERT (Ed.). Sur les couches comprises, dans le midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux à *Belemnites dilatatus*, en réponse à M. Coquand, p. 131. = Classification des assises néocomiennes. Réponse aux critiques de M. Coquand, p. 214. = Sur les couches inférieures de l'*infra-lias* du midi de la France. Observations de M. L. Dieulafait, p. 447. = Observations sur les caractères de la faune de Stramberg et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'*étage tilhonique*, p. 588. = Observations de M. Chaper sur la communication précédente, p. 668. = Réponse à MM. Chaper et Marcou, à propos de la discussion sur l'âge des calcaires à *Terebratula diphyia* de la Porte-de-France, p. 671. = Notice nécrologique sur M. Hoernes, p. 714.

Hérault (département de l'). Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges, de Saint-Hippolyte et de Sumène, ces deux derniers du Var, par MM. H. Coquand et Boutin, p. 834. = Comparaison des terrains de Ganges avec d'autres terrains analogues, par M. H. Coquand. Observations de MM. Hébert et Parran, p. 854. = Sur l'existence de gisements de bauxite dans le —, par M. Daubrée, p. 915.

HOERNES. Notice nécrologique sur —, par M. Ed. Hébert, p. 714.

Homme. Lettre de M. Whitney communiquée par Desor, annonçant la découverte de restes humains et de traces du travail de l' — dans les roches tertiaires de Californie, p. 676.

I

INDES (frère). Sur la formation des tufs et sur une caverne à ossements des environs de Rome, p. 11.
Italie. Le volcanisme romain. — Remar-

ques de M. Ponzi sur les observations géologiques faites en — par M. Gosselet, p. 903.

J

JACQUOT. Observations sur le lias du N. E. de la France, à la suite d'une note de M. Meugy sur le même sujet, p. 513.

JAUBERT. Formations jurassiques recouvrant le N. du mont Lozère, p. 216.

JOURDY (E.) et O. Terquem, sur le ter-

rain bathonien de la Moselle et de la Meuse, p. 947.

Jura. Observations de M. G. Cotteau sur la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier, Jura vaudois, de M. de Loriol, p. 274.

L

Lacs. Formation et constitution des — des Vosges, par M. Ch. Grad, p. 677.

LAPPARENT (Alb. de). Discours sur les récents progrès de la géologie, p. 716.

Lavaux, près Ornans (Doubs). Sur une météorite tombée le 11 juillet 1868 à —, par M. J. Marcou, p. 92. = Observations sur la même météorite et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique, par M. Daubrée, p. 95.

Léognan (Gironde). Grand humérus d'oiseau et maxillaire inférieur d'*Hathiterium* recueillis par M. Delfortrie à —, par M. P. Gervais, p. 777.

LEVALLOIS. Notice sur la vie et les travaux de Ch. Ed. Thirria, p. 693.

LEYMERIE (A). Mémoire pour servir à la connaissance de la division inférieure du terrain crétacé pyrénéen (pl. II et III). Observations de MM. Ed. Hébert et Parran, p. 277. = Exploration géologique de la vallée de la Sègre (Espagne) (pl. V), p. 604.

Lias. Zone à *Avicula contorta* et *infra-lias* dans le midi de la France, à l'ouest du Rhône (Ardèche, Lozère, Aveyron, Hérault), par M. L. Dieulafait. Observations de M. Paran (pl. IV), p. 398. = Sur les couches inférieures de l'*infra-lias* du midi de la France, par M. Ed. Hébert. Ob-

servations de M. L. Dieulafait, p. 447. = Sur le — du N. E. de la France, par M. Meugy, p. 484. = Observations de M. Jacquot sur le même sujet, p. 513. = Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796.

Loire (Haute-) (département de la). Sujet d'études dans le —. Diluvium séparant deux périodes d'éruptions basaltiques. Roches éruptives anciennes, par M. Th. Ebray, p. 1031. = Constitution géologique du — et révolutions dont ce pays a été le théâtre, par M. Tournaire. Voir à ce nom.

Lot (département du). Ages de l'ours, du renne, de la pierre polie et des dolmens dans le —, par MM. Fr. Garrigou et H. Duportal. Observations de M. L. Lartet, p. 461.

Lot-et-Garonne (département de). Sur l'âge géologique des « molasses de l'Agenais, » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum* et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du —, par M. R. Tournouër. Observations de MM. Ed. Lartet et P. Gervais, p. 983.

Lozère (département de la). Formations jurassiques recouvrant le nord du mont Lozère, par M. Jaubert, p. 216.

M

Mammifères fossiles. Restes d'un glouton fossile recueillis en France avec

quelques débris de Canis et d'un animal voisin du Chacal, = Maxillaire

- inférieur d'*Halitherium* recueilli par M. Delfortrie à Léognay, par M. P. Gervais, p. 777.
- MARCOU (J.). Sur une météorite tombée le 11 juillet 1868, à Lavaux, près Ornans (Doubs), p. 92. = Sur l'origine de l'étage tithonique, p. 669. = Les derniers travaux sur le dyas et trias de Russie, p. 919.
- MARION et RAMES. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société en septembre 1869, au Puy-en-Velay. Voir à ce nom.
- MATHERON (Philippe). Sur des reptiles des dépôts fluviolacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau, p. 781.
- MERS. Lithologie des — de l'ancien monde, par M. Delesse, p. 1025.
- MÉTÉORITE. Sur une — tombée le 11 juillet 1868, à Lavaux, près Ornans (Doubs), par M. J. Marcou, p. 92. = Observations sur la même — et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique, par M. Daubrée, p. 95.
- MEUGY. Sur le lias du N. E. de la France. Observations de M. Jacquot, p. 484.
- MEUSE. Sur le terrain bathonien de la —, par MM. O. Terquem et E. Jourdy, p. 947.
- MEZIMIEUX (Ain). Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de —, par M. de Saporta, p. 752. = Observations de M. R. Tournouër sur la faune des coquilles fossiles des tufs de —, p. 774.
- MINÉRAUX. Résumé par M. A. Caillaux des diverses publications de M. Luigi Bombicci, sur la théorie des associations polygéniques, appliquée à l'étude et à la classification des —, p. 336.
- MORTILLET (G. de). Classification chronologique des cavernes de l'époque de la pierre simplement éclatée, et observations sur le diluvium à cailloux brisés. Observations de MM. Ed. Lartet et de Vibraye, p. 583.
- MORVAN. Existence de blocs erratiques d'origine glaciaire au pied du —, par M. Collenot. Observations de MM. Belgrand et Hébert, par 173.
- MOSELLE. Sur le terrain bathonien de la —, par MM. O. Terquem et E. Jourdy, p. 947.
- MUSSY. Roches ophitiques du département de l'Ariège, p. 28.

N

- NANCY (Meurthe). Sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de —, par M. G. Fabre, p. 353.
- NÉCROLOGIE. Notice sur la vie et les travaux de Ch. Ed. Thirria, par M. Levallois, p. 693. = Notice sur M. Hœrnes, par M. Ed. Hébert, p. 714.
- NERITOPSIS *Deslongchampsis*, par M. J. Beaudoin, p. 182.

O

- OISEAUX FOSSILES. Grand humérus d'oiseau recueilli par M. Delfortrie à Léognan, par M. P. Gervais, p. 177.
- OPHITE. Roches ophitiques du département de l'Ariège, par M. Mussy, p. 28. = De l'opinion de L. Cordier sur les ophites des Pyrénées, par M. V. Raulin, 747.

P

- PARIS. Sur des nummulites et une nouvelle espèce d'échinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène » des environs de —, par M. R. Tournouër, p. 974. = Sur
- PERON (Alph.). Sur les terrains jurassiques supérieurs en Algérie, p. 517.
- POISSONS. Sur les — du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay, par M. H. E. Sauvage, p. 1069.
- PONZI. Le volcanisme romain. Remarques sur les observations géologiques faites en Italie par M. Gosselet, p. 903.
- PORPHYRE GRANITOÏDE du Beaujolais. Assimilation de ce dernier à la protogine des Alpes, par M. Th. Ebray. Observations de MM. Delesse, Lory et Janinetaz, p. 927.
- PROCÈS-VERBAL de la réunion extraordinaire de la Société au Puy-en-Velay. (Voir ci-après à ce nom.)

Protogine des Alpes. Assimilation de cette dernière au porphyre granitoïde du Beaujolais, par M. Th. Ebray. Observations de MM. Delesse, Lory et Jannetaz, p. 927.

Provence. Constatation des étages kimmeridgien et portladdenien fossilifères dans la —, par M. H. Coquand. Observations de M. Hébert, p. 854.

Puy-en-Velay. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société en septembre 1869, au Puy-en-Velay, par MM. Rames et Marion. La Société a étudié les terrains quaternaire, tertiaire, primaire et les

formations volcaniques des environs, p. 1041. = Coquilles fossiles des calcaires d'eau douce de la même contrée, par M. R. Tournouër, p. 1061. = Poissons du calcaire de Ronzon, par M. H. Sauvage, p. 1069. = Glaciers du Velay, par M. Tardy, p. 1178. **Pyrénées (les).** Division inférieure du terrain crétacé pyrénéen, par M. A. Leymerie (pl. II et III). Observations de MM. Ed. Hébert et Parran, p. 277. = De l'opinion de L. Cordier sur les ophites des Pyrénées, par M. V. Raulin, p. 747.

R

RAMES et Marion. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société en septembre 1869, au Puy-en-Velay. Voir à ce nom.

RAULIN (V.). Carte géologique de l'île de Crète. — De l'opinion de L. Cordier sur les ophites des Pyrénées, p. 747.

Reptiles fossiles. Saurien fossile d'un genre nouveau recueilli par M. Matheron dans les lignites de la Nerthe, par M. Paul Gervais, p. 777. = Sur les — des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau, par M. Philippe Matheron, p. 781.

Rhône. Sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du —, par MM. Falsan et Chantre. Observations de MM. Belgrand et Michal,

p. 360. = Erosion du lit du —, par M. Tardy. Observations de M. de Mortillet, p. 541.

Roches éruptives. Découverte de traces microscopiques de végétaux dans des —, par MM. Virlet d'Aoust. Observations de M. Delesse, p. 1030. = Sur des — de la Haute-Loire, par M. Th. Ebray, p. 1031.

Roches feldspathiques. Sur leur pseudo-morphisme, par M. E. Dufour, p. 744.

Rome. Sur la formation des tufs et sur une caverne à ossements des environs de —, par le frère Indes, p. 11.

Roys (de). Sur les formations d'eau douce supérieures aux sables de Fontainebleau, p. 376.

Russie. Les derniers travaux sur le dyas et le trias de —, par M. J. Marcou, p. 919.

S

SAPORTA (de). 3^e partie des études sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire, p. 751. = Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain), p. 752.

SAUVAGE (H. E.). Sur les poissons du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay, p. 1069.

Séance annuelle de 1869, fixée au 1^{er} avril, p. 459.

Séances ordinaires de la Société; ouverture à huit heures précises du soir, p. 459.

Sègre (vallée de la) (Espagne). Exploitation géologique de la —, par M. A. Leymerie (pl. V), p. 604.

Seine. L'âge des tourbes dans la vallée

de la —, par M. Belgrand (pl. VII). Observations de M. Lesquereux, p. 879.

Silex. Sur des — taillés trouvés dans des dépôts miocènes à Thenay (Loiret-Cher), par M. l'abbé Bourgeois, p. 901.

Singe. Sur un — probablement sub-fossile, par M. E. Dufour, p. 746.

Société (la). Nomination des commissions du Bulletin, des mémoires, de comptabilité et des archives, du bureau et du conseil pour 1869, p. 390. = Fixation de la séance annuelle de 1869, au 1^{er} avril; ouverture des séances ordinaires à huit heures très-précises et de la bibliothèque tous les jeudis soir de huit à onze heu-

res, p. 459. = 2 feuilles seulement d'impression au plus accordées à chaque membre pour chacune de ses publications et 4 pour la totalité de celles de l'année, p. 461. = Ne seront admis à l'avenir à faire de nouveau partie de la Société les anciens membres non démissionnaires qu'après qu'ils auront acquitté les cotisations se rapportant aux années pendant lesquelles ils ont continué à recevoir le *Bulletin*. = L'envoi du *Bulletin* cessera dès le 1^{er} juillet aux

membres qui n'auraient pas fait parvenir, avant cette époque, la cotisation de l'année courante. Cette mesure ne sera applicable qu'au 1^{er} juillet 1870, p. 333.

Stramberg (Moravie). Observations sur les caractères de la faune des calcaires de —, et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'étage tithonique, par M. Ed. Hébert, p. 588.

Suisse. Sur les glaciers du Grindelwald, par M. Ch. Grard, p. 687.

T

TABARIÈS DE GRANDSAIGNES. De quelques terrains cristallins, sédimentaires et glaciaires de la Corse, p. 266.

TARDY. Erosion du lit du Rhône. Observations de M. de Mortillet, p. 541. = Sur le trias du Vivarais, p. 912. = Sur quelques éboulements, p. 924. = Sur les glaciers du Velay, p. 1178.

TCHIHATCHEFF (de). Carte géologique de l'Asie Mineure. Observations de M. Daubrée, p. 737.

TERQUEM (O.) et E. Jourdy. Sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse, p. 947.

Terrain cristallin. D'un — de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 266.

Terrain crétacé. Sur les calcaires blancs néocomiens des environs de Toulon, par M. L. Dieulafait, p. 139. = — de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon), par M. H. Coquand (pl. I), p. 144. = — de la montagne de la Clape, près de Narbonne (Aude), par le même. = Classification des assises néocomiennes. Réponse aux critiques de M. H. Coquand, par M. Ed. Hébert, p. 214. = Observations de M. G. Cotteau sur la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier, Jura vaudois, de M. de Loriol, p. 274. = Division inférieure du — pyrénéen, par M. A. Leymerie (pl. II et III). Observations de MM. Ed. Hébert et Parran, p. 277. = Observations de M. Ed. Hébert sur les caractères de la faune de Stramberg et en général sur l'étage des couches comprises sous la désignation d'étage tithonique, p. 588. = Observations de M. Chaper sur la communication précédente, p. 668. = Sur l'origine

de l'étage tithonique, par M. J. Marcou, p. 669. = Réponse de M. Ed. Hébert à MM. Marcou et Chaper, à propos de la discussion sur l'âge des calcaires à *Terebratula diphyæ* de la Porte-de-France, p. 671. = Sur le — du canton de Beaussat (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796. = Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Sumène (Gard), par MM. Coquand et Boutin, p. 834.

Terrain erratique. Sur le tracé d'une carte géologique du — et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône, par MM. Falsan et Chantre. Observations de MM. Belgrand et Michal, p. 360.

Terrain glaciaire. D'un — de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 266.

Terrain jurassique. Sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'oxfordien supérieur et l'étage valenginien, par M. H. Coquand, p. 100. = Sur les couches comprises, dans le midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux, à *Belemnites dilatatus*, en réponse à M. Coquand, par M. Ed. Hébert, p. 131. = Formations jurassiques recouvrant le nord du mont Lozère, par M. Jaubert, p. 216. = Sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de Nancy, par M. G. Fabre, p. 353. = Recherches sur l'inclinaison des couches jurassiques à l'O. des Alpes dauphinoises, par M. Th. Ebray, p. 393. = Sur le — supérieur en Algérie, par M. Alph. Peron, p. 517.

- == Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796. == Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Sumène (Gard), par MM. H. Coquand et Boutin, p. 834. == Constatation des étages kimméridgien et portlandien fossilifères dans la Provence, par M. H. Coquand. Observations de M. Hébert, p. 854. == Sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse, par MM. O. Terquem et E. Jourdy, p. 947.
- Terrain permien.** Les derniers travaux sur le dyas et trias de Russie, par M. J. Marcou, p. 919.
- Terrain quaternaire.** Observations sur le diluvium à cailloux brisés, par M. G. de Mortillet, p. 583. == Diluvium séparant deux périodes d'éruptions basaltiques dans la Haute-Loire, par M. Th. Ebray, p. 1031.
- Terrain tertiaire.** Sur les formations d'eau douce supérieures aux sables de Fontainebleau, par M. de Roys, p. 376. == Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796. == Sur des nummulites ou une nouvelle espèce d'échinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène » des environs de Paris, par M. R. Tournouër, p. 974. == Sur l'âge géologique des « mollasses de l'Agénais, » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum* et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du département de Lot-et-Garonne, par le même. Observations de MM. Ed. Lartet et P. Gervais, p. 983.
- Terrain triasique.** Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796. == Sur le — du Vivarais, par M. Tardy, p. 912. == Les derniers travaux sur le dyas et trias de Russie, par M. J. Marcou, p. 919.
- Thenay (Loire-et-Cher).** Sur des silex taillés trouvés à —, dans des dépôts miocènes, par l'abbé Bourgeois, p. 901.
- THIRRIA (Ch. Ed.).** Notice sur sa vie et ses travaux, par M. Levallois, p. 693.
- Tombeck.** Observations sur des fossiles néocomiens ayant l'aspect corallien, p. 540.
- TOUCAS (R.).** Description géologique et paléontologique du canton de Beausset (Var) et de ses environs, comprenant les terrains tertiaire, crétacé, jurassique et triasique (pl. VI), p. 796.
- Toulon.** Sur les calcaires néocomiens des environs de —, par M. L. Dieulauf, p. 139.
- Tourbes.** L'âge des — dans la vallée de la Seine, par M. Belgrand (pl. VII). Observations de M. Lesquereux, p. 879.
- TOURNAIRE.** Sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre. Ce travail comprend l'étude des terrains primaire, houiller, triasique, tertiaire, des formations volcaniques et des alluvions anciennes (pl. VIII), p. 1106.
- TOURNOUËR (R.).** Observations sur la faune des coquilles fossiles des tufs de Meximieux (Ain), p. 774. == Sur des nummulites et une nouvelle espèce d'échinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène » des environs de Paris, p. 974. == Sur l'âge géologique des « mollasses de l'Agénais, » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum* et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du département de Lot-et-Garonne. Observations de MM. Ed. Lartet et P. Gervais, p. 983. == Sur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs du Puy-en-Velay, p. 1061.
- Trésorier.** Présentation du budget pour 1869, p. 483.
- Tufs.** Sur la formation des — des environs de Rome, par le frère Indes, p. 11.

V

Var (département du). Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de

Saint-Hippolyte et de Sumène, par MM. Coquand et Boutin, p. 834.

Végétaux fossiles. 3^e partie des études sur la végétation du S. E. de la

- France à l'époque tertiaire, par M. de Saporta, p. 751. = Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain), par le même, p. 752.
- VIRLET D'AOUST. Sur des traces microscopiques de végétaux découvertes dans des roches prétendues éruptives. Observations de M. Delesse, p. 1030.
- Vivaraïs. Sur le terrain triasique du—, par M. Tardy, p. 912.
- Volcans. Le volcanisme romain. Remarques de M. Ponzi sur les observations géologiques faites en Italie par M. Gosselet, p. 903.
- Vosges. Formation et constitution des —, par M. Ch. Grad, p. 677.

Liste des planches.

- I, p. 144. H. COQUAND. — Fig. 1 à 12, Coupes de la formation crétacée de la province de Teruel (Aragon).
- II, p. 277. A. LEYMERIE. — Fig. 1, Profil géognostique de la vallée de la Garonne (côté droit) entre Orc et Bazest et du chaînon de Gourdan ; fig. 2, Coupe de la contrée de Siradan ; fig. 3, Coupe du grès vert pyrénéen, entre Saint-Gaudens et Girosp ; fig. 4, Coupe du même dans la contrée de Bèze-Nistos ; fig. 5, Coupe brisée entre Roquefort-de-Sault et Quillan.
- III, p. 277. LE MÊME. — Terebratules et Rhynconelles du grès vert pyrénéen.
- IV, p. 398. L. DIEULAFAIT. — Zone à *Avicula contorta* dans le midi de la France : I, Coupe d'Aubenas à Lodève ; II, Coupe des Vans à Milhau ; III, Coupes rapportées au niveau géologique commun de l'*Ammonites planorbis*.
- V, p. 604. A. LEYMERIE. — Fig. 1, Coupe de la vallée de la Sègre entre Puycerda et Oliana ; fig. 2, Coupe au travers du bassin de Cerdagne, passant par Puycerda ; fig. 3, Coupe transversale du bassin de Cerdagne montrant la position du gîte lignitifère sous Sanavastre.
- VI, p. 796. R. TOUCAS. — Carte géologique du canton de Beausset (Var) et de ses environs.
- VII, p. 879. BELGRAND. — Coupe en travers de la vallée de la Vanne.
- VIII, p. 1106. TOURNAIRE. — Carte géologique de la Haute-Loire.

